

Docket No. 239740US90/hyc



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Hideaki TAKAHASHI, et al.

GAU: 2661

SERIAL NO: 10/610,932

EXAMINER:

FILED: July 2, 2003

FOR: NODE, CORRESPONDENT NODE, MOBILITY ANCHOR POINT, AND HOME AGENT IN PACKET COMMUNICATION SYSTEM, PACKET COMMUNICATION SYSTEM, AND PATH MTU DISCOVERY METHOD

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS  
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e): Application No. Date Filed

- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
JAPAN	2002-200308	July 9, 2002
JAPAN	2002-200328	July 9, 2002

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number  
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)  
☐ are submitted herewith  
☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

Masayasu Mori

Registration No. 47,301

Joseph A. Scafetta, Jr.  
Registration No. 26,803

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000  
Fax. (703) 413-2220  
(OSMMN 05/03)

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月 9日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-200308

[ST.10/C]:

[JP2002-200308]

出 願 人

Applicant(s):

株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ

2003年 6月18日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3047642

【書類名】 特許願

【整理番号】 14-0093

【提出日】 平成14年 7月 9日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04L 12/00

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 株式会社エヌ  
                                ・ ティ ・ ティ ・ ドコモ内

    【氏名】 高橋 秀明

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 株式会社エヌ  
                                ・ ティ ・ ティ ・ ドコモ内

    【氏名】 大前 浩司

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 株式会社エヌ  
                                ・ ティ ・ ティ ・ ドコモ内

    【氏名】 岡島 一郎

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 株式会社エヌ  
                                ・ ティ ・ ティ ・ ドコモ内

    【氏名】 梅田 成規

【特許出願人】

    【識別番号】 392026693

    【氏名又は名称】 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ

【代理人】

    【識別番号】 100088155

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 長谷川 芳樹

【選任した代理人】

【識別番号】 100092657

【弁理士】

【氏名又は名称】 寺崎 史朗

【選任した代理人】

【識別番号】 100114270

【弁理士】

【氏名又は名称】 黒川 朋也

【選任した代理人】

【識別番号】 100108213

【弁理士】

【氏名又は名称】 阿部 豊隆

【選任した代理人】

【識別番号】 100113549

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 守

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014708

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 パケット通信システムにおけるノード、通信ノード、モビリティアンカポイント、ホームエージェント及びパケット通信システム並びに経路MTU探索方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ノード及びリンクから構成されるパケット通信システムにおいて、通信ノードが送信するパケットの宛先のノードであって、

前記通信ノードから前記宛先のノードに至る経路上の多重トンネルの始点の情報の通知を受信する多重トンネル始点通知受信手段と、

多重トンネルの始点の数に基づいて前記通信ノードから前記宛先のノードに至る経路の経路MTUの探索を実行するか否かを判定する経路MTU探索実行判定手段と、

多重トンネルの始点の数に基づいて前記経路MTUを算出する経路MTU算出手段と、

前記経路MTU算出手段で算出した経路MTUを通知する経路MTU通知手段と

を備えることを特徴とするパケット通信システムにおけるノード。

【請求項 2】 前記宛先のノードは、前記パケット通信システム内を移動可能な移動ノードであり、

前記多重トンネル始点通知受信手段では、前記通信ノードから前記移動ノードに至る経路上に存在するとともに前記移動ノードのローカルな移動を管理するモビリティアンカポイントを、前記多重トンネルの始点と判定すること

を特徴とする請求項 1 に記載するパケット通信システムにおけるノード。

【請求項 3】 前記経路MTU探索実行判定手段では、前記通信ノードから前記移動ノードに至る経路上に存在するモビリティアンカポイントの数に基づいて、経路MTUの探索を実行するか否かを判定すること

を特徴とする請求項 2 に記載するパケット通信システムにおけるノード。

【請求項 4】 前記多重トンネル始点通知受信手段では、前記移動ノードが移動して経路を変えた際に選択したモビリティアンカポイントを前記多重トンネ

ルの始点と判定し、

前記経路MTU探索実行判定手段では、前記移動ノードの移動前後における前記通信ノードから前記移動ノードに至る各経路上に存在するモビリティアンカポイントの数を比較し、移動前後でモビリティアンカポイントの数が異なる場合に経路MTUの探索を実行すると判定し、

前記経路MTU算出手段では、（移動前の経路MTU－モビリティアンカポイントで付加されるヘッダ長×（移動後のモビリティアンカポイントの数－移動前のモビリティアンカポイントの数））により経路MTUを算出し、

前記経路MTU通知手段では、前記経路MTU算出手段で算出した経路MTUをバインディングアップデートメッセージにより通知すること

を特徴とする請求項3に記載するパケット通信システムにおけるノード。

【請求項5】 前記通信ノードから前記移動ノードに至る経路上に存在する任意層のモビリティアンカポイントが、前記任意層の下位層のモビリティアンカポイントに対して、前記任意層の上位層のモビリティアンカポイントから通知された各階層のモビリティアンカポイントの情報及び選択優先度と階層情報を含む自身の情報を順次通知しており、

前記多重トンネル始点通知受信手段では、前記通信ノードから前記移動ノードに至る経路上に存在する最下位層のモビリティアンカポイントから通知された各階層のモビリティアンカポイントの情報を接続先から受信し、モビリティアンカポイントの情報に含まれる選択優先度に基づいて各階層からモビリティアンカポイントを各々選択すること

を特徴とする請求項2～4のいずれか1項に記載するパケット通信システムにおけるノード。

【請求項6】 ノード及びリンクから構成されるパケット通信システムにおいて、請求項1～5のいずれか1項に記載するノードにパケットを送信する通信ノードであって、

前記経路MTU通知手段から通知された経路MTUに基づいて、自身の保持する経路MTUを更新すること

を特徴とするパケット通信システムにおける通信ノード。

【請求項 7】 ノード及びリンクから構成されるパケット通信システムにおいて、請求項 2～5 のいずれか 1 項に記載する移動ノードにパケットを送信する通信ノードであって、

前記移動ノードが移動して接続先を変更した場合、前記経路 M T U 通知手段から通知された経路 M T U に基づいて自身の保持する経路 M T U を更新し、その更新した経路 M T U に基づいてパケットサイズを変更し、変更したパケットサイズからなるパケットを移動ノード宛に送信すること

を特徴とするパケット通信システムにおける通信ノード。

【請求項 8】 ノード及びリンクから構成されるパケット通信システムにおいて、請求項 2～5 のいずれか 1 項に記載する移動ノードのローカルな移動を管理するモビリティアンカポイントであって、

前記通信ノードから前記移動ノードに至る経路上に存在する下位層のモビリティアンカポイントに対して、前記経路上に存在する上位層のモビリティアンカポイントから通知された各階層のモビリティアンカポイントの情報及び選択優先度と階層情報を含む自身の情報を通知すること

を特徴とするパケット通信システムにおけるモビリティアンカポイント。

【請求項 9】 ノード及びリンクから構成されるパケット通信システムにおいて、請求項 2～5 のいずれか 1 項に記載する移動ノードのグローバルな移動を管理するホームエージェントであって、

当該ホームエージェントが前記通信ノードから前記移動ノードに至る経路上の多重トンネルの始点であるか否かを判定する多重トンネル始点判定手段と、

当該ホームエージェントにおける多重トンネルの始点の数に基づいて、前記通信ノードから前記移動ノードに至る経路の経路 M T U を算出する経路 M T U 算出手段と、

前記経路 M T U 算出手段で算出した経路 M T U を前記通信ノードに通知する経路 M T U 通知手段と

を備えることを特徴とするパケット通信システムにおけるホームエージェント

。

【請求項 1 0】 前記経路 M T U 算出手段では、前記移動ノードから通知さ

れた経路MTUに基づいて、経路MTUを再算出し、

前記経路MTU通知手段では、前記経路MTU算出手段で算出した経路MTUをICMP Packet Too Bigメッセージにより通知すること

を特徴とする請求項9に記載するパケット通信システムにおけるホームページント。

【請求項11】 ノード及びリンクから構成されるパケット通信システムであって、

通信ノードが送信するパケットの宛先のノードは、

前記通信ノードから前記宛先のノードに至る経路上の多重トンネルの始点の情報の通知を受信する多重トンネル始点通知受信手段と、

多重トンネルの始点の数に基づいて前記通信ノードから前記宛先のノードに至る経路の経路MTUの探索を実行するか否かを判定する経路MTU探索実行判定手段と、

多重トンネルの始点の数に基づいて前記経路MTUを算出する経路MTU算出手段と、

前記経路MTU算出手段で算出した経路MTUを通知する経路MTU通知手段と

を備え、

前記通信ノードは、前記経路MTU通知手段から通知された経路MTUに基づいて、自身の保持する経路MTUを更新すること

を特徴とするパケット通信システム。

【請求項12】 ノード及びリンクから構成されるパケット通信システムにおいて、通信ノードが送信するパケットの宛先のノードでの経路MTU探索方法であって、

前記通信ノードから前記宛先のノードに至る経路上の多重トンネルの始点の情報の通知を受信する多重トンネル始点通知受信工程と、

多重トンネルの始点の数に基づいて前記通信ノードから前記宛先のノードに至る経路の経路MTUの探索を実行するか否かを判定する経路MTU探索実行判定工程と、



多重トンネルの始点の数に基づいて前記経路MTUを算出する経路MTU算出工程と、

前記経路MTU算出工程で算出した経路MTUを通知する経路MTU通知工程と

を含むことを特徴とするパケット通信システムにおけるノードでの経路MTU探索方法。

【請求項 1 3】 前記宛先のノードは、前記パケット通信システム内を移動可能な移動ノードであり、

前記多重トンネル始点通知受信工程では、前記移動ノードが移動して経路を変えた際に選択した、前記通信ノードから前記移動ノードに至る経路上に存在するとともに前記移動ノードのローカルな移動を管理するモビリティアンカポイントを、前記多重トンネルの始点と判定し、

前記経路MTU探索実行判定工程では、前記移動ノードの移動前後における前記通信ノードから前記移動ノードに至る各経路上に存在するモビリティアンカポイントの数を比較し、移動前後でモビリティアンカポイントの数が異なる場合に経路MTUの探索を実行すると判定し、

前記経路MTU算出工程では、（移動前の経路MTU－モビリティアンカポイントで付加されるヘッダ長×（移動後のモビリティアンカポイントの数－移動前のモビリティアンカポイントの数））により経路MTUを算出し、

前記経路MTU通知工程では、前記経路MTU算出工程で算出した経路MTUをバインディングアップデートメッセージにより通知すること

を特徴とする請求項 1 2 に記載するパケット通信システムにおけるノードでの経路MTU探索方法。

【請求項 1 4】 前記通信ノードから前記移動ノードに至る経路上に存在する任意層のモビリティアンカポイントが、前記任意層の下位層のモビリティアンカポイントに対して、前記任意層の上位層のモビリティアンカポイントから通知された各階層のモビリティアンカポイントの情報及び選択優先度と階層情報を含む自身の情報を順次通知しており、

前記多重トンネル始点通知受信工程では、前記通信ノードから前記移動ノード

に至る経路上に存在する最下位層のモビリティアンカポイントから通知された各階層のモビリティアンカポイントの情報を接続先から受信し、モビリティアンカポイントの情報に含まれる選択優先度に基づいて各階層からモビリティアンカポイントを各々選択すること

を特徴とする請求項 1 3 に記載するパケット通信システムにおけるノード。

【請求項 1 5】 ノード及びリンクから構成されるパケット通信システムにおいて、請求項 1 2 ～ 1 4 のいずれか 1 項に記載する経路 M T U 探索方法により経路 M T U を通知可能なノードにパケットを送信する通信ノードでの経路 M T U 探索方法であって、

前記経路 M T U 通知工程から通知された経路 M T U に基づいて、自身の保持する経路 M T U を更新する経路 M T U 更新工程

を含むことを特徴するパケット通信システムにおける通信ノードでの経路 M T U 探索方法。

【請求項 1 6】 ノード及びリンクから構成されるパケット通信システムにおいて、請求項 1 3 又は 1 4 に記載する経路 M T U 探索方法により経路 M T U を通知可能な移動ノードにパケットを送信する通信ノードでの経路 M T U 探索方法であって、

前記移動ノードが移動して接続先を変更した場合、前記経路 M T U 通知工程から通知された経路 M T U に基づいて自身の保持する経路 M T U を更新する経路 M T U 更新工程と、

前記経路 M T U 更新工程で更新した経路 M T U に基づいてパケットのサイズを変更するパケットサイズ変更工程と、

前記パケットサイズ変更工程で変更したパケットサイズからなるパケットを移動ノード宛に送信するパケット送信工程と

を含むことを特徴するパケット通信システムにおける通信ノードでの経路 M T U 探索方法。

【請求項 1 7】 ノード及びリンクから構成されるパケット通信システムにおいて、請求項 1 3 又は 1 4 に記載する経路 M T U 探索方法により経路 M T U を通知可能な移動ノードのローカルな移動を管理するモビリティアンカポイントで

の経路MTU探索方法であって、

前記通信ノードから前記移動ノードに至る経路上に存在する下位層のモビリティアンカポイントに対して、前記経路上に存在する上位層のモビリティアンカポイントから通知された各階層のモビリティアンカポイントの情報及び選択優先度と階層情報を含む自身の情報を通知する情報通知工程

を含むことを特徴とするパケット通信システムにおけるモビリティアンカポイントでの経路MTU探索方法。

【請求項 1 8】 ノード及びリンクから構成されるパケット通信システムにおいて、請求項 1 3 又は 1 4 に記載する経路MTU探索方法により経路MTUを通知可能な移動ノードのグローバルな移動を管理するホームエージェントでの経路MTU探索方法であって、

当該ホームエージェントが前記通信ノードから前記移動ノードに至る経路上の多重トンネルの始点であるか否かを判定する多重トンネル始点判定工程と、

前記移動ノードから通知された経路MTU及び当該ホームエージェントにおける多重トンネルの始点の数に基づいて、前記通信ノードから前記移動ノードに至る経路の経路MTUを算出する経路MTU算出工程と、

前記経路MTU算出工程で算出した経路MTUを前記通信ノードに通知する経路MTU通知工程と

を含むことを特徴とするパケット通信システムにおけるホームエージェントでの経路MTU探索方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ノード及びリンクから構成されるパケット通信システムにおけるノード、通信ノード、モビリティアンカポイント、ホームエージェント及びパケット通信システム並びに経路MTU探索方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

I P [Internet Protocol] ネットワークは、ノードとノード間を直接接続する

リンクの集合からなる。ノードは、コンピュータやコンピュータ間の通信を中継するルータ等の総称である。リンクは、イーサネット（R）、FDDI [Fiber Distributed Date Interface]、ATM [Asynchronous Transfer Mode] 等複数存在する。IPネットワークでは、これら複数のリンクが混在しているため、データ通信を行う際に送信元（通信相手）のノードから宛先のノードに至る経路上には異なる種類のリンクが存在している。

#### 【0003】

データをパケット単位で通信するパケット通信システムでは、リンク毎にIPパケットにおける最大伝送単位であるMTU [Maximum Transmission Unit] が定められており、このリンク毎のMTUをリンクMTUと呼ぶ。リンクMTUはリンクによって異なるので、経路の途中で送信中のIPパケットのパケットサイズよりもリンクMTUが小さい場合には、そのパケットを転送できなくなるという問題がある。この問題を回避するために、IP層では、リンクMTUの小さいリンクには、IPパケットを分割してパケットを転送している。しかし、IPパケットを分割化した場合、その分割化したパケットが1つでも失われると、元のIPパケットを再生することができないので、IPパケット全てが失われたことになる。これを避けるために、TCP [Transmission Control Protocol] では、パケットが分割されないような小さなサイズでパケットを送信しているが、その結果、ネットワークの伝送効率が悪化してしまう。これに対処するために、IETF [Internet Engineering Task Force] では、送信元のノードから宛先のノードに至る経路上に存在するリンクの最小のリンクMTU（すなわち、経路MTU）でパケットを送信する方法及び経路MTUを探索するための方法がRFC [Request For Comments] で標準化されている。

#### 【0004】

ノードがIPネットワーク内を移動するためのモビリティ制御機能を有する移動ノード（以下、MN [Mobile Node] と記載する）の場合、IPネットワークにはMNのグローバルな位置情報を管理するホームエージェント（以下、HA [Home Agent] と記載する）が存在し、さらに、MNのローカルな位置情報を管理するモビリティアンカポイント（以下、MAP [Mobility Anchor Point] と記載する

）も設置されている。そして、MN宛に送信されるパケットは、HAやMAPを経由してMNまで転送される。HAは、MNがHA配下のリンクから離脱して他のリンクに接続している場合にMN宛にパケットが転送されてくると、そのパケットをHAに登録されているMNが現在一時取得しているアドレス宛に転送する。その際、HAでは、送信元をHA、宛先をMNが現在一時取得しているアドレスとしたIPヘッダを転送されてきたパケットに付加する。このIPヘッダを元のパケットに付加することをカプセル化と呼ぶ。このカプセル化を行うノードをトンネルの始点と呼ぶ。このパケットをカプセル化する方法も、IETFにおいてRFCで標準化されている。MAPは、MNがMAPが設置されている配下の領域でローカルに取得したアドレスを登録しており、MN宛にパケットが転送されてくると、そのパケットをMAPに登録されているMNのアドレス宛に転送する。その際、MAPでは、送信元をMAP、宛先を登録されているMNのアドレスとしたIPヘッダを転送されてきたパケットに付加する。そのため、MN宛のパケットは、HAやMAPを経由する毎にIPヘッダが付加される。したがって、送信元のノードからMNに至る経路上に存在するHAやMAPの数だけIPヘッダが付加される。このように、IPヘッダを多重に付加される際の送信元からMNに至る経路上でカプセル化を行うノードを多重トンネルの始点と呼ぶ。

#### 【0005】

##### 【課題を解決しようとする課題】

しかし、IETFで標準化されている経路MTU探索方法では、HAやMAPでIPヘッダが付加されることを認識できない。したがって、例えば、パケットサイズがこれらのノード（HAやMAP）に転送されてくる前のリンクでのリンクMTUのサイズと同じかつ転送前後のリンクでのMTUが同じ場合、ノード（HAやMAP）においてカプセル化が行われると、IPヘッダの付加分パケットサイズが増加する。そのため、パケットサイズが転送後のリンクのMTUを付加されたIPヘッダサイズ分超えてしまうので、パケットを転送できなくなる。

#### 【0006】

また、MNが移動して経路が切り替わり、通信相手のノード（以下、CN [Correspondent Node] と記載する）からMNに至る経路上の多重トンネルの始点の数

が移動前後で変化した場合、IETFで標準化されている経路MTU探索方法で探索を行うと、以下のように動作する。なお、多重トンネルの始点で行われているパケットをカプセル化する手順は、(RFC2473)「Generic Packet Tunneling in IPv6 Specification」で標準化されている方法に従い、経路MTU探索の手順は、(RFC1981)「Path MTU Discovery for IP version 6」で標準化されている方法に従うものとする。

## 【0007】

図11を参照して、パケット通信システム101における動作について説明する。ここでは、パケット通信システム101において、CN102から宛先のノードとしてMN103にパケットを送信する場合について説明する。

## 【0008】

まず、MN103が移動して接続先としてアクセスルータ（以下、AR [Access Router]と記載する）121からAR122に変えたために、CN102からMN103に至る経路上のMAPの数が増加した場合について説明する。移動前の経路Aには1つのMAP111が存在するので、CN102からMN103宛のパケットは1回カプセル化される。移動後の経路Bには3つのMAP112, 113, 114が存在するので、CN102からMN103宛のパケットは3回カプセル化される。したがって、経路Bに切り替わった後、経路Aで送信する際のパケットサイズと同じサイズでパケットを送信した場合、経路Bの2番目に設置されているMAP113で行われるカプセル化によってパケットサイズがIPヘッダサイズ分増加して、次のホップにパケットを転送できなくなる。この際、MAP113では、ICMP [Internet Control Message Protocol] Packet Too Bigメッセージ（以下、ICMPPTBメッセージと記載する）をCN102に送信し、次のホップのリンクMTUをCNに通知する。ICMPPTBメッセージを受信したCN102では、通知されたリンクMTUに基づいて経路MTU探索を実行し、自身が保持している経路MTUを再探索した経路MTUに更新し、その経路MTUに基づいてパケットサイズを変更してパケットを再送する。MAP114でも同様の動作が繰り返され、結局、増加したMAP

の数（２つ）分経路MTU探索回数が増加する。

【0009】

次に、MN103が移動して接続先としてAR122からAR121に変えたために、CN102からMN103に至る経路上のMAPの数が減少して経路MTUが増加した場合について説明する。移動前の経路Bには3つのMAP112, 113, 114が存在するので、CN102からMN103宛のパケットは3回カプセル化される。移動後の経路Aには1つのMAP111が存在するので、CN102からMN103宛のパケットは1回カプセル化される。したがって、経路Aでの実際の経路MTUは、経路Bでの経路MTUと比較して、経路Bでの2回多いカプセル化によって付加されるヘッダサイズ分（IPヘッダサイズ×2）増加している。しかし、IETFで標準化されている経路MTU探索方法では、前回の経路MTU探索終了後10分間経過した後に、CN102がMN103宛にパケットを送信する際の次のホップへの送信インタフェースが接続しているリンクのMTUを推定経路MTUとして再び経路MTU探索を行う。したがって、経路MTUが増加した場合、前回の経路MTU探索終了後10分間経過しないと、CN102が保持している経路MTUを更新することができない。

【0010】

つまり、IETFで標準化されている経路MTU探索方法では、CN102からMN103に至る経路上に多重トンネルの始点が存在する場合、以下の問題がある。その一つとして、多重トンネルの始点の数だけ、経路MTU探索回数が必要となる。また、MNが移動して経路上の多重トンネルの始点の数が増えた場合、増えた数だけ経路MTU探索回数が増加する。さらに、経路MTU探索終了後10分経過しないと新たに探索を行えないので、MNが移動して経路上の多重トンネルの始点の数が減って実際の経路MTUが増加した場合、その経路MTUの増加に迅速に対応できない。

【0011】

そこで、本発明は、効率的かつ経路MTUの変化に迅速に対応可能な経路MTU探索を行うことができるパケット通信システムにおけるノード、通信ノード、モビリティアンカポイント、ホームエージェント及びパケット通信システム並び

に経路MTU探索方法を提供することを課題とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】

本発明に係るパケット通信システムにおけるノードは、ノード及びリンクから構成されるパケット通信システムにおいて、通信ノードが送信するパケットの宛先のノードであって、通信ノードから宛先のノードに至る経路上の多重トンネルの始点の情報の通知を受信する多重トンネル始点通知受信手段と、多重トンネルの始点の数に基づいて通信ノードから宛先のノードに至る経路の経路MTUの探索を実行するか否かを判定する経路MTU探索実行判定手段と、多重トンネルの始点の数に基づいて経路MTUを算出する経路MTU算出手段と、経路MTU算出手段で算出した経路MTUを通知する経路MTU通知手段とを備えることを特徴とする。

【0013】

このパケット通信システムにおけるノードによれば、経路上の多重トンネルの始点の情報を収集し、その多重トンネルの始点の情報に基づいて経路MTUを算出し、その経路MTUを通信ノードに通知する。この算出された経路MTUは、経路上に存在する多重トンネルの始点におけるカプセル化によるヘッダサイズの増減が考慮されている。そのため、通信ノードでは、その通知された経路MTUを用いれば、多重トンネルの始点の数に応じて経路MTU探索を行わなくてもよい。

【0014】

なお、多重トンネルの始点には、経路上のHAやMAPにおける複数回のカプセル化のみならず、経路上のHA又はMAPにおける一回のカプセル化も含むものとする。

【0015】

本発明の上記パケット通信システムにおけるノードは、パケット通信システム内を移動可能な移動ノードとし、多重トンネル始点通知受信手段を通信ノードから移動ノードに至る経路上に存在するとともに移動ノードのローカルな移動を管理するMAPを多重トンネルの始点と判定するように構成してもよい。



## 【 0 0 1 6 】

このパケット通信システムにおけるノードによれば、移動ノードが移動して経路を切り替えてMAP（多重トンネルの始点）の数が増減した場合、切り替わった経路上のMAPの情報を収集し、そのMAPの情報に基づいて経路MTUを算出し、その経路MTUを通信ノードに通知する。この算出された経路MTUは、経路上に存在するMAPにおけるカプセル化によるヘッダサイズの増減が考慮されている。そのため、通信ノードでは、その通知された経路MTUを利用すれば、切り替わった経路でMAPの数が増加しても経路MTU探索を行わなくてもよいし、また、切り替わった経路でMAPの数の減少によって経路MTUが増加しても迅速に経路MTUを更新できる。さらに、カプセル化を行うMAPでは、カプセル化に起因するICMPPTBメッセージを通信ノードに送信する必要もない。

## 【 0 0 1 7 】

本発明の上記パケット通信システムにおけるノードは、経路MTU探索実行判定手段を通信ノードから移動ノードに至る経路上に存在するMAPの数に基づいて経路MTUの探索を実行するか否かを判定するように構成してもよい。

## 【 0 0 1 8 】

このパケット通信システムにおけるノードによれば、移動ノードが移動して経路が切り替わった場合でも、MAPの数に基づいて経路MTU探索を実行するか否かを簡単に判断できる。

## 【 0 0 1 9 】

本発明の上記パケット通信システムにおけるノードは、多重トンネル始点通知受信手段を移動ノードが移動して経路を変えた際に選択したMAPを多重トンネルの始点と判定するようにし、経路MTU探索実行判定手段を移動ノードの移動前後における通信ノードから移動ノードに至る各経路上に存在するMAPの数を比較し、移動前後でMAPの数が異なる場合に経路MTUの探索を実行すると判定するようにし、経路MTU算出手段を（移動前の経路MTU-MAPで付加されるヘッダ長×（移動後のMAPの数-移動前のMAPの数））により経路MTUを算出するようにし、経路MTU通知手段を経路MTU算出手段で算出した経

路MTUをバインディングアップデートメッセージ（以下、BU [Binding Update] メッセージと記載する）により通知するように構成してもよい。

【0020】

このパケット通信システムにおけるノードによれば、移動ノードが移動して経路が切り替わった場合、その移動前後のMAPの数に応じて経路MTU探索を実行するか否かを迅速に判断できる。さらに、このノードでは、その移動前後のMAPの数の差により、簡単に経路MTUを算出することができる。

【0021】

本発明の上記パケット通信システムにおけるノードは、通信ノードから移動ノードに至る経路上に存在する任意層のMAPが、任意層の下位層のMAPに対して任意層の上位層のMAPから通知された各階層のMAPの情報及び選択優先度と階層情報を含む自身の情報を順次通知しており、多重トンネル始点通知受信手段を、通信ノードから移動ノードに至る経路上に存在する最下位層のMAPから通知された各階層のMAPの情報を接続先から受信し、MAPの情報に含まれる選択優先度に基づいて各階層からMAPを各々選択するように構成してもよい。

【0022】

このパケット通信システムにおけるノードによれば、通信ノードから移動ノードに至る様々な経路に存在する全階層のMAPの選択優先度や階層情報等を受信し、階層情報によってMAPを各階層に分類するとともにその各階層のMAPの選択優先度を比較することによって、通信ノードから移動ノードに至る経路上に存在するMAPを簡単に選択することができる。

【0023】

なお、MAPの階層は、通信ノードから移動ノードに至るネットワーク上の様々な経路において、各経路における通信ノード側が上位層であり、移動ノード側が下位層である。選択優先度は、同じ階層のMAPを選択するための優先度であり、各MAPに接続するリンクMTU等を考慮して設定される。階層情報は、MAPが経路上のどの階層であることを示す情報であり、例えば、MNとMAP間のホップの数等である。

【0024】

本発明に係るパケット通信システムにおける通信ノードは、ノード及びリンクから構成されるパケット通信システムにおいて、上記宛先のノードにパケットを送信する通信ノードであって、経路MTU通知手段から通知された経路MTUに基づいて、自身の保持する経路MTUを更新することを特徴とする。

## 【 0 0 2 5 】

このパケット通信システムにおける通信ノードによれば、経路上に多重トンネルの始点が複数存在する場合、ノードから通知された経路MTUによって保持している経路MTUを更新すればよいので、多重トンネルの始点の数の応じて経路MTU探索を行わなくてもよい。なお、この経路MTUの更新には、通知された経路MTUをそのまま更新する場合及び通知された経路MTUを用いて経路MTU探索を行い、探索した経路MTUで更新する場合を含むものとする。

## 【 0 0 2 6 】

本発明に係るパケット通信システムにおける通信ノードは、ノード及びリンクから構成されるパケット通信システムにおいて、上記移動ノードにパケットを送信する通信ノードであって、移動ノードが移動して接続先を変更した場合、経路MTU通知手段から通知された経路MTUに基づいて自身の保持する経路MTUを更新し、その更新した経路MTUに基づいてパケットサイズを変更し、変更したパケットサイズからなるパケットを移動ノード宛に送信することを特徴とする。

## 【 0 0 2 7 】

このパケット通信システムにおける通信ノードによれば、移動ノードが移動して経路が切り替わった場合でも、移動ノードから通知された経路MTUにより自身の保持する経路MTUを更新するので、移動前後でのMAPの増減に応じて経路MTU探索を行わなくてもよい。

## 【 0 0 2 8 】

本発明に係るパケット通信システムにおけるMAPは、ノード及びリンクから構成されるパケット通信システムにおいて、上記移動ノードのローカルな移動を管理するMAPであって、通信ノードから移動ノードに至る経路上に存在する下位層のMAPに対して、経路上に存在する上位層のMAPから通知された各階層

のM A P の情報及び選択優先度と階層情報を含む自身の情報を通知することを特徴とする。

## 【 0 0 2 9 】

このパケット通信システムにおけるM A P によれば、通信ノードから移動ノードに至る経路上の上位層のM A P の情報を累積しながら自身の情報を下位層のM A P に順次通知していくので、最終的には、移動ノードに経路上に存在する全階層のM A P の情報を通知することができる。

## 【 0 0 3 0 】

本発明に係るパケット通信システムにおけるH A は、ノード及びリンクから構成されるパケット通信システムにおいて、上記移動ノードのグローバルな移動を管理するH A であって、当該H A が通信ノードから移動ノードに至る経路上の多重トンネルの始点であるか否かを判定する多重トンネル始点判定手段と、当該H A における多重トンネルの始点の数に基づいて通信ノードから移動ノードに至る経路の経路M T U を算出する経路M T U 算出手段と、経路M T U 算出手段で算出した経路M T U を通信ノードに通知する経路M T U 通知手段とを備えることを特徴とする。

## 【 0 0 3 1 】

このパケット通信システムにおけるH A によれば、自ノードが通信ノードから移動ノードに至る経路上の多重トンネルの始点の場合、自ノードにおける多重トンネルの始点の数に基づいて経路M T U を算出し、その経路M T U を通信ノードに通知する。この算出された経路M T U は、経路上に存在するH A におけるカプセル化によるヘッダサイズの増減が考慮されている。そのため、通信ノードでは、経路上にH A が存在している場合でも、その通知された経路M T U によって、H A におけるカプセル化に対して経路M T U 探索を行わなくてもよい。

## 【 0 0 3 2 】

本発明の上記パケット通信システムにおけるH A は、経路M T U 算出手段を移動ノードから通知された経路M T U に基づいて経路M T U を再算出するようにし、経路M T U 通知手段を経路M T U 算出手段で算出した経路M T U を I C M P P T B メッセージにより通知するように構成してもよい。

## 【 0 0 3 3 】

このパケット通信システムにおける H A によれば、移動ノードから通知された経路 M T U 及び自ノードにおける多重トンネルの始点の数に基づいて、簡単に経路 M T U を算出することができる。

## 【 0 0 3 4 】

本発明に係るパケット通信システムは、ノード及びリンクから構成されるパケット通信システムであって、通信ノードが送信するパケットの宛先のノードは、通信ノードから宛先のノードに至る経路上の多重トンネルの始点の情報の通知を受信する多重トンネル始点通知受信手段と、多重トンネルの始点の数に基づいて通信ノードから宛先のノードに至る経路の経路 M T U の探索を実行するか否かを判定する経路 M T U 探索実行判定手段と、多重トンネルの始点の数に基づいて経路 M T U を算出する経路 M T U 算出手段と、経路 M T U 算出手段で算出した経路 M T U を通知する経路 M T U 通知手段とを備え、通信ノードは、経路 M T U 通知手段から通知された経路 M T U に基づいて、自身の保持する経路 M T U を更新することを特徴とする。

## 【 0 0 3 5 】

このパケット通信システムによれば、宛先のノードで多重トンネルの始点の数に基づいて算出して通知した経路 M T U によって、通信ノードが自身で保持している経路 M T U を更新できるので、通信ノードでは多重トンネルの始点の数に応じて経路 M T U 探索を行わなくてもよい。

## 【 0 0 3 6 】

本発明に係るパケット通信システムにおけるノードでの経路 M T U 探索方法は、ノード及びリンクから構成されるパケット通信システムにおいて、通信ノードが送信するパケットの宛先のノードでの経路 M T U 探索方法であって、通信ノードから宛先のノードに至る経路上の多重トンネルの始点の情報の通知を受信する多重トンネル始点通知受信工程と、多重トンネルの始点の数に基づいて通信ノードから宛先のノードに至る経路の経路 M T U の探索を実行するか否かを判定する経路 M T U 探索実行判定工程と、多重トンネルの始点の数に基づいて経路 M T U を算出する経路 M T U 算出工程と、経路 M T U 算出工程で算出した経路 M T U を

通知する経路MTU通知工程とを含むことを特徴とする。

【 0 0 3 7 】

本発明の上記パケット通信システムにおけるノードでの経路MTU探索方法は、宛先のノードをパケット通信システム内を移動可能な移動ノードとし、多重トンネル始点通知受信工程において移動ノードが移動して経路を変えた際に選択した、通信ノードから移動ノードに至る経路上に存在するとともに移動ノードのローカルな移動を管理するMAPを多重トンネルの始点と判定するようにし、経路MTU探索実行判定工程において移動ノードの移動前後における通信ノードから移動ノードに至る各経路上に存在するMAPの数を比較し、移動前後でMAPの数が異なる場合に経路MTUの探索を実行すると判定するようにし、経路MTU算出工程において（移動前の経路MTU-MAPで付加されるヘッダ長×（移動後のMAPの数-移動前のMAPの数））により経路MTUを算出するようにし、経路MTU通知工程において経路MTU算出工程で算出した経路MTUをBUメッセージにより通知するように構成してもよい。

【 0 0 3 8 】

本発明の上記パケット通信システムにおけるノードでの経路MTU探索方法は、通信ノードから移動ノードに至る経路上に存在する任意層のMAPが、任意層の下位層のMAPに対して、任意層の上位層のMAPから通知された各階層のMAPの情報及び選択優先度と階層情報を含む自身の情報を順次通知しており、多重トンネル始点通知受信工程において、通信ノードから移動ノードに至る経路上に存在する最下位層のMAPから通知された各階層のMAPの情報を接続先から受信し、MAPの情報に含まれる選択優先度に基づいて各階層からMAPを各々選択するように構成してもよい。

【 0 0 3 9 】

本発明に係るパケット通信システムにおける通信ノードでの経路MTU探索方法は、ノード及びリンクから構成されるパケット通信システムにおいて、上記経路MTU探索方法により経路MTUを通知可能なノードにパケットを送信する通信ノードでの経路MTU探索方法であって、経路MTU通知工程から通知された経路MTUに基づいて、自身の保持する経路MTUを更新する経路MTU更新工

程を含むことを特徴する。

【 0 0 4 0 】

本発明に係るパケット通信システムにおける通信ノードでの経路MTU探索方法は、ノード及びリンクから構成されるパケット通信システムにおいて、上記経路MTU探索方法により経路MTUを通知可能な移動ノードにパケットを送信する通信ノードでの経路MTU探索方法であって、移動ノードが移動して接続先を変更した場合、経路MTU通知工程から通知された経路MTUに基づいて自身の保持する経路MTUを更新する経路MTU更新工程と、経路MTU更新工程で更新した経路MTUに基づいてパケットのサイズを変更するパケットサイズ変更工程と、パケットサイズ変更工程で変更したパケットサイズからなるパケットを移動ノード宛に送信するパケット送信工程とを含むことを特徴する。

【 0 0 4 1 】

本発明に係るパケット通信システムにおけるMAPでの経路MTU探索方法は、ノード及びリンクから構成されるパケット通信システムにおいて、上記経路MTU探索方法により経路MTUを通知可能な移動ノードのローカルな移動を管理するMAPでの経路MTU探索方法であって、通信ノードから移動ノードに至る経路上に存在する下位層のMAPに対して、経路上に存在する上位層のMAPから通知された各階層のMAPの情報及び選択優先度と階層情報を含む自身の情報を通知する情報通知工程を含むことを特徴とする。

【 0 0 4 2 】

本発明に係るパケット通信システムにおけるHAでの経路MTU探索方法は、ノード及びリンクから構成されるパケット通信システムにおいて、上記経路MTU探索方法により経路MTUを通知可能な移動ノードのグローバルな移動を管理するHAでの経路MTU探索方法であって、当該HAが通信ノードから移動ノードに至る経路上の多重トンネルの始点であるか否かを判定する多重トンネル始点判定工程と、移動ノードから通知された経路MTU及び当該HAにおける多重トンネルの始点の数に基づいて、通信ノードから移動ノードに至る経路の経路MTUを算出する経路MTU算出工程と、経路MTU算出工程で算出した経路MTUを通信ノードに通知する経路MTU通知工程とを含むことを特徴とする。

【 0 0 4 3 】

上記した各経路MTU探索方法では、上記したパケット通信システムにおけるノード、通信ノード、MAP又はHAと同様の作用効果を奏する。

【 0 0 4 4 】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して、本発明に係るパケット通信システムにおけるノード、通信ノード、MAP、HA及びパケット通信システム並びに経路MTU探索方法の実施の形態を説明する。

【 0 0 4 5 】

本発明は、効率的かつ経路MTUの変化に迅速に対応可能な経路MTU探索を実現するために、MNがCNとの経路上に存在する多重トンネルの始点（特に、MAP）の情報を収集し、その収集した多重トンネルの始点の情報に基づいて経路MTUを算出し、CNに通知する。そのために、本発明では、経路上に存在するMAPが上位層のMAPから通知されたMAPの情報及び自身の情報を下位層のMAPに順次通知することによって、MNが各経路に存在する全階層のMAPの情報を接続先から得る。特に、本発明では、HAがMNとCNとの経路上に存在する多重トンネルの始点の場合、HAが自ノードにおける多重トンネルの始点の数及びMNから通知された経路MTUに基づいて経路MTUを再算出し、CNに通知する。

【 0 0 4 6 】

本実施の形態では、本発明を、パケット通信システムにおいてCNからMNにパケットを送信する際にMNが移動して経路が切り替わった場合の経路MTUの探索に適用する。本実施の形態には、2つの実施の形態があり、第1の実施の形態では経路Aから経路Bに切り替わって経路上に存在するMAPが増加した場合かつ経路A、B上にHAが存在しない場合であり、第2の実施の形態では経路Bから経路Aに切り替わって経路上に存在するMAPが減少して経路MTUが増加した場合かつ経路A、B上にHAが存在する場合である。

【 0 0 4 7 】

まず、第1の実施の形態について説明する。図1を参照して、第1の実施の形



態に係るパケット通信システム 1 の全体構成について説明する。図 1 は、第 1 の実施の形態に係るパケット通信システムの全体構成図である。

【 0 0 4 8 】

パケット通信システム 1 には、多数のノードとリンクからなる IP ネットワーク上に構成されている。ノードは、各種コンピュータ、固定電話、携帯電話、これらの装置間の通信を中継する中継装置等である。リンクは、ノード間を接続し、例えば、公衆電話回線、イーサネット (R)、FDDI、ATM 等である。

【 0 0 4 9 】

パケット通信システム 1 では、CN 2 が MN 3 に経路 A でデータを送信している際に、MN 3 が移動して接続先として AR 2 1 から AR 2 2 に切り替え、経路 B に切り替わったとする。CN 2 から MN 3 に至る経路 A には 1 つの MAP 1 1 が存在し、MAP 1 1 より先では CN 2 が保持している経路 MTU 1 2 6 0 バイトに MAP 1 1 でカプセル化による IP ヘッダサイズ (4 0 バイト) を加算したパケットサイズでパケットが送信されている。一方、CN 2 から MN 3 に至る経路 B には 3 つの MAP 1 2, 1 3, 1 4 が存在する。なお、MAP 1 1 ~ 1 4 のリンク MTU を全て 1 3 0 0 バイトとする。ちなみに、パケット通信システム 1 には、MN 3 のグローバルな位置情報を管理する HA 4 が存在するが、経路 A、経路 B 上に存在していないとする。

【 0 0 5 0 】

CN 2 は、MN 3 等とデータをパケット単位で送受信する通信装置であり、例えば、パーソナルコンピュータ、電話等である。CN 2 では、データを送信する際、宛先のノードに至る経路の経路 MTU を探索し、その経路 MTU を記憶装置 (図示せず) に保持している。そして、CN 2 では、その保持している経路 MTU からなるパケットサイズでデータをパケットに分割し、パケット単位でデータを送信している。

【 0 0 5 1 】

特に、CN 2 では、MN 3 等のデータの宛先のノードから ICMPPTB メッセージを付加した BU メッセージを受信すると、その ICMPPTB メッセージに示されている経路 MTU で経路 MTU を更新し、記憶装置 (図示せず) に保持

する。

#### 【 0 0 5 2 】

図 2 及び図 3 を参照して、MAP 1 1 ～ 1 4 について説明する。図 2 は、MAP の情報を送信するためのメッセージのフォーマットであり、( a ) はルータ通知メッセージのフォーマットであり、( b ) はルータ通知メッセージに付加される MAP option のフォーマットである。図 3 は、本実施の形態に係る MAP の情報の通知の説明図である。

#### 【 0 0 5 3 】

MAP 1 1 ～ 1 4 は、IP ネットワーク上を流れるデータを中継する装置である。また、MAP 1 1 ～ 1 4 では、MN 3 のローカルな位置情報を管理しており、MN 3 が MAP が設置されている配下の領域でローカルに取得したアドレスを登録しており、MN 3 宛にパケットが転送されてくると、そのパケットを MAP に登録されている MN 3 のアドレス宛に転送する。その際、送信元を MAP、宛先を登録されている MN 3 のアドレスとした IP ヘッダを転送されてきたパケットに付加する。

#### 【 0 0 5 4 】

また、MAP 1 1 ～ 1 4 を含む IP ネットワーク上に存在する各 MAP では、経路上に存在する MAP の情報を MN 3 に通知するために、上位層の MAP ( 実際には、その MAP にリンクを介して接続するルータ ) から送信されたルータ通知メッセージを受信すると、そのルータ通知メッセージに自身の MAP option を付加する。そして、MAP では、下位層の MAP に順次通知するために、その MAP option を付加したルータ通知メッセージをルータが接続するリンクに送信する。最終的には、経路上に存在する最下位層の MAP が MAP option を付加したルータ通知メッセージを AR が接続するリンクに送信し、この AR から MN 3 がそのルータ通知メッセージを受信する。したがって、経路上の各階層において MAP がルータ通知メッセージに MAP option を各々付加するので、MN 3 では経路上に存在する全階層における各 MAP の MAP option が累積して付加されたルータ通知メッセージを受信することになる。例えば、経路 B には MAP 1 2 ～ 1 4 の 3 つの MAP が存在するので、

MN3で3つのMAP optionが累積付加されたルータ通知メッセージをAR22から受信することになる。

#### 【0055】

図2(a)に示すように、ルータ通知メッセージは、IPv6で用いられるルータ通知メッセージである。MAP optionは、図2(b)に示すようなデータ構成であり、Distanceに階層情報としてホップ数が書き込まれ、Preferenceに選択優先度が書き込まれ、Global IP Address for MAPにグローバルIPアドレス及びサブネットプレフィックスが書き込まれる。ホップ数は、MN3とMAP間のホップの数である。ホップ数が同一のMAPは同階層であり、ホップ数が多いほど上位層である。選択優先度は、同じ階層のMAPの中から最適なMAPを選択するための優先度であり、正の整数で表され、小さい数ほど優先度が高い。グローバルIPアドレス及びサブネットプレフィックスは、MAPのIPネットワーク上の位置を示す。

#### 【0056】

図3により、MAPの情報の通知の一例を説明する。図3の例では、MAPが2階層であり、上位層にMAP1が設置され、下位層にMAP2及びMAP3が設置されている。また、MAP1にはリンクを介してルータが接続されており、MAP2にはリンクを介してAR1が接続されており、MAP3にはリンクを介してAR2が接続されている。AR1はMN3Aの接続先であり、AR2はMN3Bの接続先である。

#### 【0057】

MAP1では、MAP1の情報を書き込んだMAP optionを付加したルータ通知メッセージをルータに接続しているリンクに送信する。ルータでは、MAP1からルータ通知メッセージを受信すると、MAP1のMAP optionを付加したルータ通知メッセージをMAP2に接続しているリンク及びMAP3に接続しているリンクに送信する。

#### 【0058】

MAP2では、MAP1のMAP optionを付加したルータ通知メッセージを受信すると、MAP1及びMAP2のMAP optionを付加したル

ータ通知メッセージをAR1に接続しているリンクに送信する。

【0059】

一方、MAP3でも、MAP1のMAP optionを付加したルータ通知メッセージを受信すると、MAP1及びMAP3のMAP optionを付加したルータ通知メッセージをAR2に接続しているリンクに送信する。

【0060】

AR1では、MAP1及びMAP2のMAP optionを付加したルータ通知メッセージを受信すると、MAP1及びMAP2のMAP optionを付加したルータ通知メッセージをMN3Aに接続しているリンクに送信する。そして、MN3Aでは、そのルータ通知メッセージを受信し、MAP1及びMAP2の情報を得る。

【0061】

一方、AR2でも、MAP1及びMAP3のMAP optionを付加したルータ通知メッセージを受信すると、MAP1及びMAP3のMAP optionを付加したルータ通知メッセージをMN3Bに接続しているリンクに送信する。そして、MN3Bでは、そのルータ通知メッセージを受信し、MAP1及びMAP3の情報を得る。

【0062】

図4及び図5も参照して、MN3について説明する。図4は、MNの構成図である。図5は、多重トンネル通知受信機能におけるMAP選択の説明図である。

【0063】

MN3は、CN2等とデータをパケット単位で送受信する通信装置であり、かつ、IPネットワーク内で移動可能な移動体であり、例えば、モバイルコンピュータ、携帯電話等である。MN3では、データを受信中に移動して経路を切り替えた場合、切り替えた経路上に存在するMAP（多重トンネルの始点）の情報を収集し、その収集したMAPの数に基づいて算出した経路MTUを通信相手（CN2）に通知する。そのために、MN3は、アンテナ3a、送受信機3b、記憶装置3c及び処理装置3dを備えている。特に、処理装置3dには、多重トンネル始点通知受信機能3e、経路MTU探索実行判定機能3f、経路MTU算出機

能 3 g、経路MTU通知機能 3 h が構成されている。なお、処理装置 3 d における各機能 3 e ~ 3 h は、専用プログラムをコンピュータで実行することによって構成される。

#### 【 0 0 6 4 】

多重トンネル始点通知受信機能 3 e では、移動して接続先の A R を切り替えて経路が切り替わった場合、接続先の A R から M A P   o p t i o n が付加されたルータ通知メッセージをアンテナ 3 a 及び送受信機 3 b を介して受信する。そして、多重トンネル始点通知受信機能 3 e では、各 M A P の M A P   o p t i o n から、通信相手（C N 2）との経路上に存在する M A P を検出する。さらに、多重トンネル始点通知受信機能 3 e では、各 M A P の M A P   o p t i o n に書き込まれているホップ数と選択優先度に基づいて、通信相手（C N 2）との経路上における多重トンネルの始点として各層の最適な M A P を選択する。

#### 【 0 0 6 5 】

図 5 により、多重トンネル始点通知受信機能 3 e における M A P の選択の一例を説明する。図 5 の例では、多重トンネル始点通知受信機能 3 e において通信相手（C N 2）との経路上に存在する 6 つの M A P 1 ~ M A P 6 を検出している。M A P 1 は、ホップ数が 6、選択優先度が 1 とする。M A P 2 は、ホップ数が 4、選択優先度が 1 とする。M A P 3 は、ホップ数が 4、選択優先度が 8 とする。M A P 4 は、ホップ数が 2、選択優先度が 1 5 とする。M A P 5 は、ホップ数が 2、選択優先度が 1 とする。M A P 6 は、ホップ数が 2、選択優先度が 1 2 とする。

#### 【 0 0 6 6 】

多重トンネル始点通知受信機能 3 e では、6 つの M A P 1 ~ M A P 6 を検出すると、各 M A P のホップ数により、ホップ数が 6 の M A P 1 を上位層、ホップ数が 4 の M A P 2 及び M A P 3 を中位層、ホップ数が 2 の M A P 4、M A P 5 及び M A P 6 を下位層と 3 つの階層に分類する。続いて、多重トンネル始点通知受信機能 3 e では、各階層の M A P の選択優先度を比較することにより、上位層では M A P 1 を必然的に選択し、中位層では選択優先度が 1 の M A P 2 を選択し、下位層では選択優先度が 1 の M A P 5 を選択する。つまり、M N 3 と通信相手（C

N 2) との経路上には、上位層からMAP 1、MAP 2、MAP 5の順にMAPが設置されている。

#### 【 0 0 6 7 】

経路MTU探索実行判定機能 3 f では、記憶装置 3 c に保持している切り替わる前の経路上に存在するMAPの数と多重トンネル始点通知受信機能 3 e で選択したMAPの数（すなわち、切り替わった後の経路上に存在するMAPの数）とを比較する。そして、経路MTU探索実行判定機能 3 f では、経路が切り替わる前のMAPの数と切り替わった後のMAPの数とが異なる場合には経路MTU探索の実行が必要と判定し、同じ場合には経路MTU探索の実行が不要と判定する。

#### 【 0 0 6 8 】

経路MTU算出機能 3 g では、経路MTU探索実行判定機能 3 f で経路MTUの探索が必要と判定した場合、切り替わった経路の経路MTUを算出する。経路MTU算出機能 3 g では、（切り替わる前の経路の経路MTU-MAPにおいて1回のカプセル化で付加されるIPヘッダサイズ×（多重トンネル始点通知受信機能 3 e で選択したMAPの数-切り替わる前の経路上に存在するMAPの数））の算出式により、経路MTUを算出する。つまり、この算出式では、切り替わる前の経路の経路MTUに対して、切り替わった経路でMAPの数が増加した場合にはMAPが増加したことによるIPヘッダの増加に対処するために（IPヘッダサイズ×増加したMAPの数）分を減少させ、切り替わった経路でMAPの数が減少した場合にはMAPが減少したことによるIPヘッダの減少に対処するために（IPヘッダサイズ×減少したMAPの数）分を増加させる。なお、切り替わる前の経路の経路MTU及び切り替わる前の経路上に存在するMAPの数は記憶装置 3 c に保持されているもの使用し、1回のカプセル化で付加されるIPヘッダサイズは予め規定されているサイズを使用する。

#### 【 0 0 6 9 】

経路MTU通知機能 3 h では、BUメッセージにICMPPTBメッセージを付加し、そのBUメッセージを送受信機 3 b を用いてアンテナ 3 a からCN 2 に送信する。この際、経路MTU通知機能 3 h では、ICMPPTBメッセージに

経路MTU算出機能 3 g で算出した経路MTUを書き込んでいる。

【0070】

なお、ICMPPTBメッセージは、経路上のノードにおいてパケットサイズが大きすぎてそのパケットを転送できない場合に送信するエラーメッセージであるが、ここでは経路MTUを通知するために用いるので、エラーメッセージとしての意味を持たない。

【0071】

それでは、パケット通信システム1において、CN2がMN3に経路Aでデータを送信している際に、MN3が移動して、接続先としてAR21からAR22に切り替えて経路Bに切り替わった場合の動作について説明する。

【0072】

前提として、CN2では、経路MTU探索によって経路Aの経路MTU1260バイトを求め、記憶装置（図示せず）に保持するとともにその経路MTUに基づいてパケットを送信している。さらに、MAP11より先では、CN2が保持している経路MTU1260バイトにMAP11でカプセル化によるIPヘッダサイズ（40バイト）を加算したパケットサイズでパケットが送信されている。

【0073】

MAP11では、MAP11のルータとしての情報を近隣ノードに通知するために送信するルータ通知メッセージにMAP11のMAPとしての情報を載せたMAP optionを付加して近隣ノードに送信する。AR21では、近隣ノードよりMAP11のMAP optionが付加されたルータ通知メッセージを受信すると、自身が送信するルータ通知メッセージにMAP11のMAP optionを付加して近隣ノードに送信する。MN3では、AR21に接続している間、AR21より送信されたMAP11のMAP optionが付加されたルータ通知メッセージを受信することによってMAP11を検出している。

【0074】

MAP12では、MAP12のルータとしての情報を近隣ノードに通知するために送信するルータ通知メッセージにMAP12のMAPとしての情報を載せたMAP optionを付加して近隣ノードに送信する。MAP13では、近隣

ノードよりMAP 1 2のMAP optionが付加されたルータ通知メッセージを受信すると、自身が送信するルータ通知メッセージにMAP 1 3のMAP optionを付加して近隣ノードに送信する。MAP 1 4では、近隣ノードよりMAP 1 2及びMAP 1 3のMAP optionが付加されたルータ通知メッセージを受信すると、自身が送信するルータ通知メッセージにMAP 1 4のMAP optionを付加して近隣ノードに送信する。AR 2 2では、近隣ノードよりMAP 1 2、MAP 1 3及びMAP 1 4のMAP optionが付加されたルータ通知メッセージを受信すると、自身が送信するルータ通知メッセージにMAP 1 2、MAP 1 3及びMAP 1 4のMAP optionを付加して近隣ノードに送信する。

## 【 0 0 7 5 】

MN 3での動作を図6のフローチャートに沿って説明する。図6は、第1の実施の形態に係るMNにおける経路MTU探索方法のフローチャートである。

## 【 0 0 7 6 】

MN 3では、接続先をAR 2 1からAR 2 2に切り替えると、AR 2 2からMAP optionが付加されたルータ通知メッセージを受信する。そして、MN 3では、各MAPのMAP optionに書き込まれている各MAPの情報に基づいて、経路B上に存在するMAP 1 2～1 4を選択する（S 1 0）。

## 【 0 0 7 7 】

続いて、MN 3では、切り替え前の経路A上に存在したMAPの数と切り替え後の経路B上に存在するMAPの数とが異なるか否かを判定する（S 1 1）。異なる数の場合、MN 3では、経路MTU探索の実行を必要と判定し、ステップS 1 2の処理に移行する（S 1 1）。同じ数の場合、MN 3では、経路MTU探索の実行を不必要と判定し、処理を終了する（S 1 1）。この際、MN 3では、切り替え前の経路AのMAP数1と切り替え後の経路BのMAP数3とで異なるので、経路MTU探索の実行が必要と判定する。

## 【 0 0 7 8 】

経路MTU探索の実行を必要と判定した場合、MN 3では、（切り替わる前の経路AのMTU-MAPでの1回のカプセル化で付加されるIPヘッダサイズ×



(ステップ S 1 0 で選択した M A P の数 - 切り替わる前の経路 A 上に存在する M A P の数) ) により経路 B の M T U を算出する ( S 1 2 ) 。この際、M N 3 では、経路 A の M T U : 1 2 6 0 バイト - I P ヘッダサイズ : 4 0 バイト  $\times$  (ステップ S 1 0 で選択した M A P の数 : 3 - 経路 A 上に存在する M A P の数 : 1) ) により、経路 B の M T U として 1 1 8 0 バイトを算出する。

## 【 0 0 7 9 】

最後に、M N 3 では、算出した経路 M T U を示した I C M P P T B メッセージを付加した B U メッセージを生成し、その B U メッセージを C N 2 に送信し、処理を終了する ( S 1 3 ) 。この際、M N 3 では、I C M P P T B メッセージとして経路 M T U 1 1 8 0 バイトを示している。

## 【 0 0 8 0 】

C N 2 での動作について説明する。C N 2 では、M N 3 から I C M P P T B メッセージを付加した B U メッセージを受信すると、保持している経路 M T U を I C M P P T B メッセージに示されている経路 M T U に更新し、記憶装置 ( 図示せず) に保持する。そして、C N 2 では、更新した経路 M T U に基づいて送信パケットサイズを変更して M N 3 宛にパケット送信する。この際、C N 2 では、M N 3 から通知された経路 M T U 1 1 8 0 バイトを経路 M T U として更新し、1 1 8 0 バイト単位でパケットを送信する。そのため、経路 A から経路 B に切り替わった後に M A P が 2 つ増加しているが、その 2 つの M A P におけるカプセル化による I P ヘッダサイズ ( 4 0 バイト)  $\times$  2 = 8 0 バイトがパケットに付加されても 1 2 6 0 バイト ( 経路 A での経路 M T U に相当) である。したがって、M A P 1 3 では、カプセル化するとパケットサイズが 1 2 6 0 バイトとなるがリンク M T U が 1 3 0 0 バイトなので、パケットを次のホップに転送可能であり、I C M P P T B メッセージを C N 2 に送信しない。さらに、M A P 1 4 では、カプセル化するとパケットサイズが 1 3 0 0 バイトとなるがリンク M T U が 1 3 0 0 バイトなので、パケットを次のホップに転送可能であり、I C M P P T B メッセージを C N 2 に送信しない。そのため、C N 2 では、M A P が 2 つ増加したにもかかわらず、その分の経路 M T U 探索を行わないですむ。

## 【 0 0 8 1 】

第 1 の実施の形態に係るパケット通信システム 1 によれば、MN 3 では通信相手 (CN 2) との経路上に存在する MAP の数を調べ、その MAP の数により経路 MTU を算出して CN 2 に通知するので、CN 2 では経路上で MAP が複数存在する場合でも MN 3 から通知された経路 MTU を利用することにより MTU の探索回数を削減できる。特に、第 1 の実施の形態の例では、MN 3 が移動して経路が切り替わった場合に経路上に存在する MAP の数が増加しても、CN 2 では、その増加した MAP の数分の経路 MTU 探索を行わなくてもよく、MN 3 から通知された経路 MTU により速やかに経路 MTU を更新できる。さらに、CN 2 では迅速に経路 MTU を更新できるので、最適なパケットサイズによりデータを送信でき、ネットワーク上の伝送効率も向上する。

## 【 0 0 8 2 】

また、第 1 の実施の形態に係るパケット通信システム 1 によれば、各 MAP では上位層から送信されたルータ通知メッセージに MAP 自身の情報を書き込んだ MAP option を付加して下位層に順次送信するので、ルータ通知メッセージに累積付加された MAP option によって、MN 3 では確実に経路上の MAP を検出できるとともに簡単に経路上の MAP を選択することができる。

## 【 0 0 8 3 】

次に、第 2 の実施の形態について説明する。図 7 を参照して、第 2 の実施の形態に係るパケット通信システム 3 1 の全体構成について説明する。図 7 は、第 2 の実施の形態に係るパケット通信システムの全体構成図である。第 2 の実施の形態では、第 1 の実施の形態に係るパケット通信システム 1 の構成と同様の構成については同一の符号を付し、その説明を省略する。

## 【 0 0 8 4 】

パケット通信システム 3 1 は、第 1 の実施の形態に係るパケット通信システム 1 と同様に、多数のノードとリンクからなる IP ネットワーク上に構成されている。パケット通信システム 3 1 では、CN 2 が MN 3 に至る経路 B でデータを送信している際に、MN 3 が移動して、接続先として AR 2 2 から AR 2 1 に切り替えて経路 A に切り替わったとする。CN 2 から MN 3 に至る経路 B には 3 つの MAP 1 2 ~ 1 4 及び HA 4 が存在し、経路 MTU が 1 2 6 0 バイトであったと

する。したがって、CN 2 は、経路 MTU として 1 2 6 0 バイトを保持しており、1 2 6 0 バイト単位で MN 3 に対してパケットを送信していた。さらに、HA 4 より先では CN 2 が保持している経路 MTU 1 2 6 0 バイトに HA 4 でのカプセル化による IP ヘッダサイズ（4 0 バイト）を加算したパケットサイズでパケットが送信され、MAP 1 2 より先では HA 4 から転送されたパケットサイズ 1 3 0 0 バイトに MAP 1 2 でのカプセル化による IP ヘッダサイズ（4 0 バイト）を加算したパケットサイズでパケットが送信され、MAP 1 3 より先では MAP 1 2 から転送されたパケットサイズ 1 3 4 0 バイトに MAP 1 3 でのカプセル化による IP ヘッダサイズ（4 0 バイト）を加算したパケットサイズでパケットが送信され、MAP 1 4 より先では MAP 1 3 から転送されたパケットサイズ 1 3 8 0 バイトに MAP 1 4 でのカプセル化による IP ヘッダサイズ（4 0 バイト）を加算したパケットサイズでパケットが送信されている。一方、CN 2 から MN 3 に至る経路 A には 1 つの MAP 1 1 及び HA 4 が存在する。なお、MAP 1 1 ~ 1 4 のリンク MTU を全て 1 4 2 0 バイトとする。

## 【 0 0 8 5 】

CN 2 は、第 1 の実施の形態と同様の構成及び動作を有するが、特に、第 2 の実施の形態では以下の動作も行う。CN 2 では、MN 3 宛にパケットを送信後、HA 4 からの ICMP P T B メッセージを受信すると、第 1 の実施の形態で MN 3 から ICMP P T B メッセージを付加した BU メッセージを受信したときと同様の動作を行う。

## 【 0 0 8 6 】

MN 3 は、第 1 の実施の形態と同様の構成及び動作を有するが、特に、第 2 の実施の形態では以下の動作も行う。MN 3 の経路 MTU 通知機能 3 h では（図 4 参照）、経路上に HA 4 も存在する場合には、HA 4 に ICMP P T B メッセージを付加した BU メッセージを送信する。

## 【 0 0 8 7 】

図 8 も参照して、HA 4 について説明する。図 8 は、HA の構成図である。

## 【 0 0 8 8 】

HA 4 は、MN 3 のグローバルな位置情報を管理する装置であり、例えば、ル

ータである。H A 4 では、M N 3 が H A 4 配下のホームネットワークから離脱して外部ネットワークに接続している場合に M N 3 宛にパケットが転送されてくると、そのパケットを H A 4 に登録されている M N 3 が現在一時取得しているアドレス宛に転送する。その際、H A 4 では、送信元を H A 4、宛先を M N 3 が現在一時取得しているアドレスとした I P ヘッダを転送されてきたパケットに付加する。また、H A 4 は、M N 3 から I C M P P T B メッセージが付加された B U メッセージが送信された場合、自ノードが多重トンネルの始点であると判断し、経路 M T U を再算出して C N に通知する。そのために、H A 4 は、アンテナ 4 a、送受信機 4 b、記憶装置 4 c 及び処理装置 4 d を備えている。特に、処理装置 4 d には、多重トンネル始点判定機能 4 e、経路 M T U 算出機能 4 f 及び経路 M T U 通知機能 4 g が構成されている。なお、処理装置 4 d における機能 4 e ～ 4 g は、専用プログラムをコンピュータで実行することによって構成される。

#### 【 0 0 8 9 】

多重トンネル始点判定機能 4 e では、M N 3 から I C M P P T B メッセージが付加された B U メッセージをアンテナ 4 a 及び送受信機 4 b を介して受信すると、自ノード（H A 4）が C N 2 と M N 3 との経路上に存在する多重トンネルの始点であると判定する。なお、I C M P P T B メッセージには、M N 3 で算出した経路 M T U が示されている。

#### 【 0 0 9 0 】

経路 M T U 算出機能 4 f では、多重トンネル始点判定機能 4 e で自ノードが C N 2 と M N 3 との経路上に存在する多重トンネルの始点であると判定した場合、I C M P P T B メッセージに示されている経路 M T U 及び経路の切り替わり前後の自ノードでのカプセル化の有無（すなわち、経路の切り替わり前後での H A 4 におけるカプセル化による多重トンネルの始点の数の増減）に基づいて経路 M T U を算出する。

#### 【 0 0 9 1 】

この際、経路 M T U 算出機能 4 f では、M N 3 がホームネットワーク（H A 4 配下のネットワーク）から外部ネットワーク（H A 4 配下でないネットワーク）への移動か、外部ネットワークからホームネットワークへの移動か、あるいは、

外部ネットワークから外部ネットワークへの移動かを判定する。この判定では、記憶装置 4 c に記憶されている MN 3 の移動を管理しているバインディングキャッシュの登録内容を利用する。MN 3 がホームネットワークから外部ネットワークへ移動した場合、新規に MN 3 のバインディングが登録される。したがって、MN 3 のバインディングが新規に登録された場合、MN 3 がホームネットワークから外部ネットワークへ移動を行ったと判定する。MN 3 が外部ネットワークからホームネットワークへ移動した場合、バインディングキャッシュに登録されている MN 3 のバインディングが削除される。したがって、MN 3 のバインディングが削除された場合、MN 3 が外部ネットワークからホームネットワークへ移動を行ったと判定する。MN 3 が外部ネットワークから外部ネットワークへ移動した場合、バインディングキャッシュに登録されている MN 3 のバインディングが更新される。したがって、MN 3 のバインディングが更新された場合、MN 3 が外部ネットワークから外部ネットワークへ移動を行ったと判定する。

## 【 0 0 9 2 】

MN 3 がホームネットワークから外部ネットワークへ移動を行ったと判定した場合、経路 MTU 算出機能 4 f では、MN 3 から通知された経路 MTU からカプセル化で付加される IP ヘッダサイズを減算し、その減算値を経路 MTU とする。MN 3 が外部ネットワークからホームネットワークへ移動を行ったと判定した場合、経路 MTU 算出機能 4 f では、MN 3 から通知された経路 MTU にカプセル化で付加される IP ヘッダサイズを加算し、その加算値を経路 MTU とする。MN 3 が外部ネットワークから外部ネットワークへ移動を行ったと判定した場合、経路 MTU 算出機能 4 f では、MN 3 から通知された経路 MTU をそのまま経路 MTU とする。

## 【 0 0 9 3 】

ちなみに、MN 3 がホームネットワークから外部ネットワークへ移動を行った場合、切り替えた後の経路において HA 4 がカプセル化を行ってパケットに IP ヘッダが付加されるので、経路 MTU から IP ヘッダサイズを減算している。MN 3 が外部ネットワークからホームネットワークへ移動を行った場合、切り替え前の経路において HA 4 がカプセル化を行ってパケットに IP ヘッダが付加され

ていたので、経路MTUにIPヘッダサイズを加算している。MN3が外部ネットワークから外部ネットワークへ移動を行った場合、切り替え前後の経路においてHA4がカプセル化を行うので、経路MTUにIPヘッダサイズを加減算しない。

## 【0094】

経路MTU通知機能4gでは、経路MTU算出機能4fで経路MTUを算出している場合、MN3宛のパケットが送信されてくると、そのパケットを破棄し、ICMPPTBメッセージを送受信機4bを用いてアンテナ4aからCN2に送信する。この際、経路MTU通知機能4gでは、ICMPPTBメッセージに経路MTU算出機能4fで算出した経路MTUを書き込んでいる。

## 【0095】

それでは、パケット通信システム31において、CN2がMN3に経路Bでデータを送信している際に、MN3が移動して、接続先としてAR22からAR21に切り替えて経路Aに切り替わった場合の動作について説明する。

## 【0096】

前提として、CN2では、経路MTU探索によって経路Bの経路MTU1260バイトを求め、記憶装置（図示せず）に保持するとともにその経路MTUに基づいてパケットを送信している。さらに、HA4より先ではCN2が保持している経路MTU1260バイトにHA4でカプセル化によるIPヘッダサイズ（40バイト）を加算したパケットサイズでパケットが送信され、MAP12より先ではHA4から転送されたパケットサイズ1300バイトにMAP12でのカプセル化によるIPヘッダサイズ（40バイト）を加算したパケットサイズでパケットが送信され、MAP13より先ではMAP12から転送されたパケットサイズ1340バイトにMAP13でのカプセル化によるIPヘッダサイズ（40バイト）を加算したパケットサイズでパケットが送信され、MAP14より先ではMAP13から転送されたパケットサイズ1380バイトにMAP14でのカプセル化によるIPヘッダサイズ（40バイト）を加算したパケットサイズでパケットが送信されている。

## 【0097】

MAP 1 2では、MAP 1 2のルータとしての情報を近隣ノードに通知するために送信するルータ通知メッセージにMAP 1 2のMAPとしての情報を載せたMAP optionを付加して近隣ノードに送信する。MAP 1 3では、近隣ノードよりMAP 1 2のMAP optionが付加されたルータ通知メッセージを受信すると、自身が送信するルータ通知メッセージにMAP 1 3のMAP optionを付加して近隣ノードに送信する。MAP 1 4では、近隣ノードよりMAP 1 2及びMAP 1 3のMAP optionが付加されたルータ通知メッセージを受信すると、自身が送信するルータ通知メッセージにMAP 1 4のMAP optionを付加して近隣ノードに送信する。AR 2 2では、近隣ノードよりMAP 1 2、MAP 1 3及びMAP 1 4のMAP optionが付加されたルータ通知メッセージを受信すると、自身が送信するルータ通知メッセージにMAP 1 2、MAP 1 3及びMAP 1 4のMAP optionを付加して近隣ノードに送信する。MN 3では、AR 2 2に接続している間、AR 2 2より送信されたMAP 1 2、MAP 1 3及びMAP 1 4のMAP optionが付加されたルータ通知メッセージを受信することによってMAP 1 2、MAP 1 3及びMAP 1 4を検出している。

## 【 0 0 9 8 】

MAP 1 1では、MAP 1 1のルータとしての情報を近隣ノードに通知するために送信するルータ通知メッセージにMAP 1 1のMAPとしての情報を載せたMAP optionを付加して近隣ノードに送信する。AR 2 1では、近隣ノードよりMAP 1 1のMAP optionが付加されたルータ通知メッセージを受信すると、自身が送信するルータ通知メッセージにMAP 1 1のMAP optionを付加して近隣ノードに送信する。

## 【 0 0 9 9 】

MN 3での動作を図 9 のフローチャートに沿って説明する。図 9 は、第 2 の実施の形態に係るMNにおける経路MTU探索方法のフローチャートである。

## 【 0 1 0 0 】

MN 3では、接続先をAR 2 2からAR 2 1に切り替えると、AR 2 1からMAP optionが付加されたルータ通知メッセージを受信する。そして、M

N 3 では、各 M A P の M A P o p t i o n に書き込まれている各 M A P の情報に基づいて、経路 A 上に存在する M A P 1 1 を選択する ( S 2 0 ) 。

【 0 1 0 1 】

続いて、M N 3 では、切り替え前の経路 B 上に存在した M A P の数と切り替え後の経路 A 上に存在する M A P の数とが異なるか否かを判定する ( S 2 1 ) 。異なる数の場合、M N 3 では、経路 M T U 探索の実行を必要と判定し、ステップ S 2 2 の処理に移行する ( S 2 1 ) 。同じ数の場合、M N 3 では、経路 M T U 探索の実行を不必要と判定し、処理を終了する ( S 2 1 ) 。この際、M N 3 では、切り替え前の経路 B の M A P 数 3 と切り替え後の経路 A の M A P 数 1 とで異なるので、経路 M T U 探索の実行が必要と判定する。

【 0 1 0 2 】

経路 M T U 探索の実行を必要と判定した場合、M N 3 では、( 切り替わる前の経路 B の M T U - 1 回のカプセル化で付加される I P ヘッダサイズ × ( ステップ S 2 0 で選択した M A P の数 - 切り替わる前の経路 B 上に存在する M A P の数 ) ) により経路 A の M T U を算出する ( S 2 2 ) 。この際、M N 3 では、経路 B の M T U : 1 2 6 0 バイト - I P ヘッダサイズ : 4 0 バイト × ( ステップ S 2 0 で選択した M A P の数 : 1 - 経路 B 上に存在する M A P の数 : 3 ) ) により、経路 A の M T U として 1 3 4 0 バイトを算出する。

【 0 1 0 3 】

最後に、M N 3 では、算出した経路 M T U を示した I C M P P T B メッセージを付加した B U メッセージを生成し、その B U メッセージを H A 4 に送信し、処理を終了する ( S 2 3 ) 。この際、M N 3 では、I C M P P T B メッセージとして経路 M T U 1 3 4 0 バイトを示している。

【 0 1 0 4 】

H A 4 での動作を図 1 0 のフローチャートに沿って説明する。図 1 0 は、第 2 の実施の形態に係る H A における経路 M T U 探索方法のフローチャートである。

【 0 1 0 5 】

H A 4 では、M N 3 から B U メッセージを受信すると、B U メッセージに I C M P P T B メッセージが付加されているか否かを判定する ( S 3 0 ) 。I C M P



P T Bメッセージが付加されている場合、H A 4では、H A 4自身が多重トンネルの始点であると判定し、経路M T Uを算出するためにステップS 3 1の処理に移行する（S 3 0）。I C M P P T Bメッセージが付加されていない場合、H A 4では、H A 4自身が多重トンネルの始点ではないと判定し、処理に終了する（S 3 0）。

## 【 0 1 0 6 】

H A 4自身が多重トンネルの始点であると判定した場合、H A 4では、M N 3の移動がホームネットワークから外部ネットワークへの移動か否かを判別する（S 3 1）。

## 【 0 1 0 7 】

ホームネットワークから外部ネットワークへの移動と判別した場合、H A 4では、M N 3から通知された経路M T Uからカプセル化で付加されるI Pヘッダサイズを減算し、新たに経路M T Uを算出する（S 3 2）。

## 【 0 1 0 8 】

一方、ホームネットワークから外部ネットワークへの移動ではないと判別した場合、H A 4では、M N 3の移動が外部ネットワークからホームネットワークへの移動か否かを判別する（S 3 3）。

## 【 0 1 0 9 】

外部ネットワークからホームネットワークへの移動と判別した場合、H A 4では、M N 3から通知された経路M T Uにカプセル化で付加されるI Pヘッダサイズを加算し、新たに経路M T Uを算出する（S 3 4）。

## 【 0 1 1 0 】

一方、外部ネットワークからホームネットワークへの移動ではないと判別した場合（すなわち、外部ネットワークから外部ネットワークへの移動の場合）、H A 4では、M N 3から通知された経路M T Uをそのまま経路M T Uとする（S 3 5）。

## 【 0 1 1 1 】

最後に、H A 4では、算出した経路M T Uを示したI C M P P T Bメッセージを生成する。そして、H A 4では、C N 2からM N 3宛にパケットが転送されて

くると、そのパケットを破棄し、生成した I C M P P T B メッセージを C N 2 に送信し、処理を終了する（S 3 6）。なお、図 7 に示す例では、M N 3 が外部ネットワークから外部ネットワークへの移動を行っているので、H A 4 では、I C M P P T B メッセージとして経路 M T U 1 3 4 0 バイトを示している。

#### 【 0 1 1 2 】

C N 2 での動作について説明する。C N 2 では、M N 3 宛にパケットを送信した後、H A 4 からの I C M P P T B メッセージを受信すると、保持している経路 M T U を I C M P P T B メッセージに示されている経路 M T U に更新し、記憶装置（図示せず）に保持する。そして、C N 2 では、更新した経路 M T U に基づいて送信パケットサイズを変更して M N 3 宛にパケット送信する。この際、C N 2 では、M N 3 から通知された経路 M T U 1 3 4 0 バイトを経路 M T U として更新し、1 3 4 0 バイト単位でパケットを送信する。したがって、経路 B から経路 A に切り替わった後に M A P が 2 つ減少しているが、その 2 つの M A P におけるカプセル化による I P ヘッダサイズ（4 0 バイト） $\times 2 = 8 0$  バイトを経路 M T U から差し引くと 1 2 6 0 バイト（経路 B での経路 M T U に相当）である。つまり、C N 2 では、経路 M T U を再探索しなくても、M A P の減少に伴う経路 M T U の増加に対応できている。そのため、H A 4 より先では C N 2 で更新した経路 M T U 1 3 4 0 バイトに H A 4 でカプセル化による I P ヘッダサイズ（4 0 バイト）を加算したパケットサイズ 1 3 8 0 バイトでパケットが送信され、さらに、M A P 1 1 より先では H A 4 から転送されたパケットサイズ 1 3 8 0 バイトに M A P 1 1 でカプセル化による I P ヘッダサイズ（4 0 バイト）を加算したパケットサイズ 1 4 2 0 バイトでパケットが送信され、そのパケットサイズ 1 4 2 0 バイトは M A P 1 1 のリンク M T U 1 4 2 0 バイトと同じサイズである。したがって、経路 M T U の再探索を行うまでの 1 0 分間を待つことなく、増加した経路 M T U に応じたパケットサイズによりパケットが送信されるので、ネットワーク上の伝送効率が良い。

#### 【 0 1 1 3 】

第 2 の実施の形態によれば、第 1 の実施の形態での効果に加えて、C N 2 と M N 3 との経路上に H A 4 が存在した場合でも、H A 4 でのカプセル化による I P

ヘッダサイズの増減も考慮して経路MTUを再算出するので、CN2ではHA4の存在に応じて経路MTUを探索しなくてもよい。特に、第2の実施の形態の例では、CN2では、MN3が移動して経路が切り替わった場合にMAPの減少による実際の経路MTUの増加に対して、通知された経路MTUにより速やかに経路MTUを更新できる。そのため、最適なパケットサイズによりデータを送信でき、ネットワーク上の伝送効率も向上する。

#### 【0114】

以上、本発明に係る実施の形態について説明したが、本発明は上記実施の形態に限定されることなく様々な形態で実施される。

例えば、本実施の形態では経路Aと経路Bとの間で経路を1回切り替える場合に適用したが、MNが移動して接続先のARを次々と切り替えて経路が次々と切り替わった場合にも適用可能であり、その場合には切り替わる毎に経路MTUをCNに通知する。

また、本実施の形態ではARから経路上の全てのMAPの情報を収集できた場合について適用したが、経路上の一部のMAPの情報しか収集できない場合でも適用可能であり、その一部のMAPからICMPPTBメッセージが送信された場合にはCNではMNから通知された経路MTUとその経路上の収集できなかった一部のMAPのリンクMTUに基づいて経路MTUを探索すればよい。

また、本実施の形態ではHAではICMPPTBメッセージにより経路MTUを通知したが、ICMPPTBメッセージを付加したBUメッセージにより経路MTUを通知してもよい。

#### 【0115】

##### 【発明の効果】

本発明によれば、宛先のノードで経路上に存在する多重トンネルの始点の情報を収集してその収集した情報に基づいて経路MTUを事前に推定し、通信ノードに通知するので、経路上に多重トンネルの始点が複数存在した場合でも、通信ノードではその通知された経路MTUにより経路MTU探索回数を削減できる。特に、宛先のノードが移動して経路が切り替わった場合、経路上の多重トンネルの始点が増加してもその増加に応じて経路MTU探索回数が増加せず、多重トンネ

ルの始点の数が減少して経路MTUが増加しても経路MTUを速やかに更新できる。したがって、本発明では、従来と比較して、非常に効率的かつ経路MTUの変化に迅速に対応して経路MTU探索を行うことができる。

## 【0116】

また、本発明によれば、モビリティアンカポイントで経路上の上位層のモビリティアンカポイントの情報を累積しながら自身の情報を下位層のモビリティアンカポイントに順次通知していくので、最終的には、移動ノードに経路上に存在する全階層のモビリティアンカポイントの情報を通知することができる。そのため、移動ノードでは、その通知されたモビリティアンカポイントの情報に基づいて、通信ノードから移動ノードに至る経路上に存在するモビリティアンカポイントを簡単に選択することができる。

## 【0117】

また、本発明によれば、ホームエージェントでホームエージェントでのカプセル化を考慮して経路MTUを事前に推定して通信ノードに通知するので、ホームエージェントが経路上に存在する場合でも、通信ノードにおいてホームエージェントにおけるカプセル化に応じて経路MTUの探索を行わなくてもよい。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図1】

本発明の第1の実施の形態に係るパケット通信システムの全体構成図である。

## 【図2】

図1のMAPの情報を送信するためのメッセージのフォーマットであり、(a)はルータ通知メッセージのフォーマットであり、(b)はルータ通知メッセージに付加されるMAP optionのフォーマットである。

## 【図3】

本発明の実施の形態に係るMAPの情報の通知の説明図である。

## 【図4】

図1の移動ノードの構成図である。

## 【図5】

図4の多重トンネル通知受信機能におけるMAP選択の説明図である。

【図 6】

本発明の第 1 の実施の形態に係る移動ノードにおける経路 M T U 探索方法のフローチャートである。

【図 7】

本発明の第 2 の実施の形態に係るパケット通信システムの全体構成図である。

【図 8】

図 7 のホームエージェントの構成図である。

【図 9】

本発明の第 2 の実施の形態に係る移動ノードにおける経路 M T U 探索方法のフローチャートである。

【図 1 0】

本発明の第 2 の実施の形態に係るホームエージェントにおける経路 M T U 探索方法のフローチャートである。

【図 1 1】

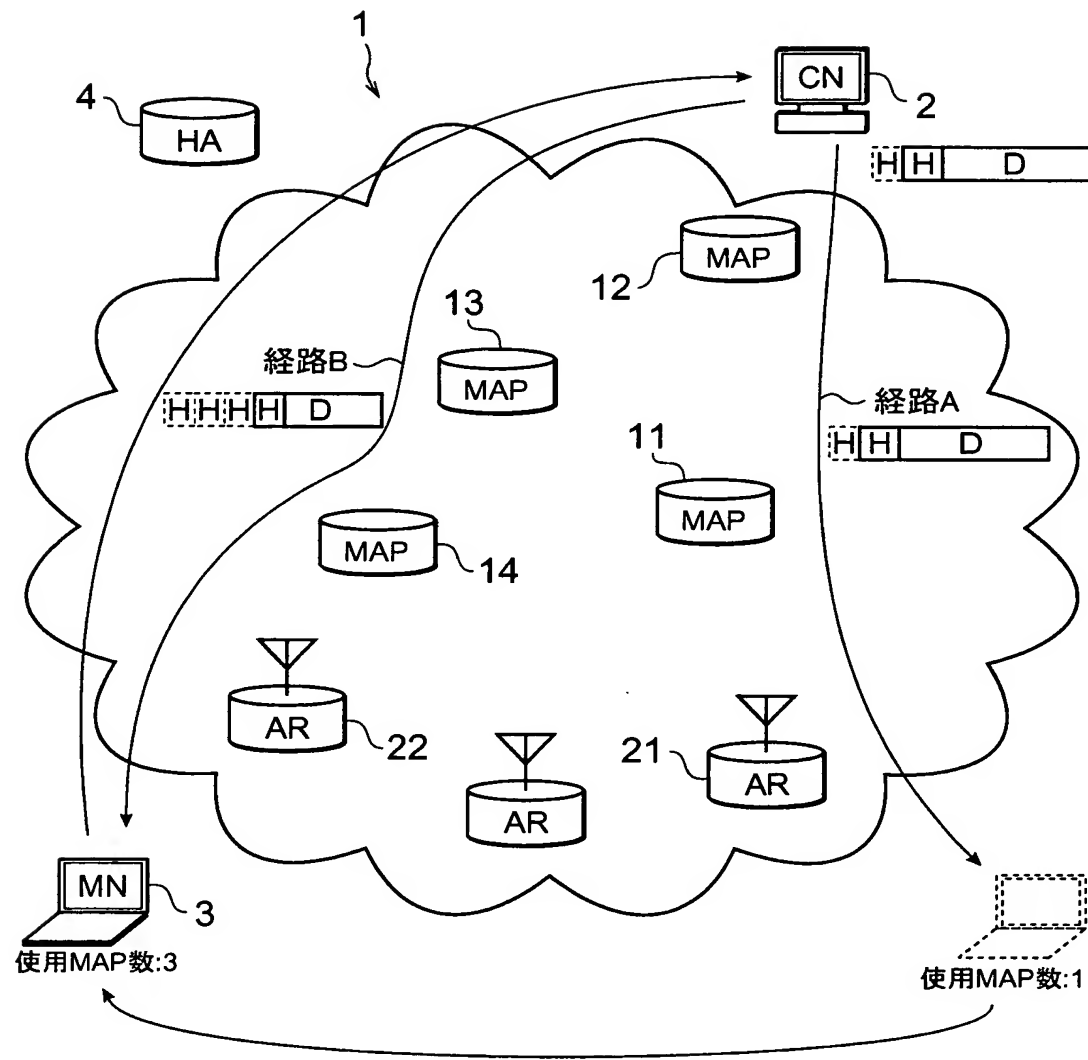
従来のパケット通信システムの全体構成図である。

【符号の説明】

1, 3 1 …パケット通信システム、2 …通信相手のノード（通信ノード）、3 …移動ノード、3 a …アンテナ、3 b …送受信機、3 c …記憶装置、3 d …処理装置、3 e …多重トンネル始点通知受信機能、3 f …経路 M T U 探索実行判定機能、3 g …経路 M T U 算出機能、3 h …経路 M T U 通知機能、4 …ホームエージェント、4 a …アンテナ、4 b …送受信機、4 c …記憶装置、4 d …処理装置、4 e …多重トンネル始点判定機能、4 f …経路 M T U 算出機能、4 g …経路 M T U 通知機能、1 1, 1 2, 1 3, 1 4 …モビリティアンカポイント、2 1, 2 2 …アクセスルータ

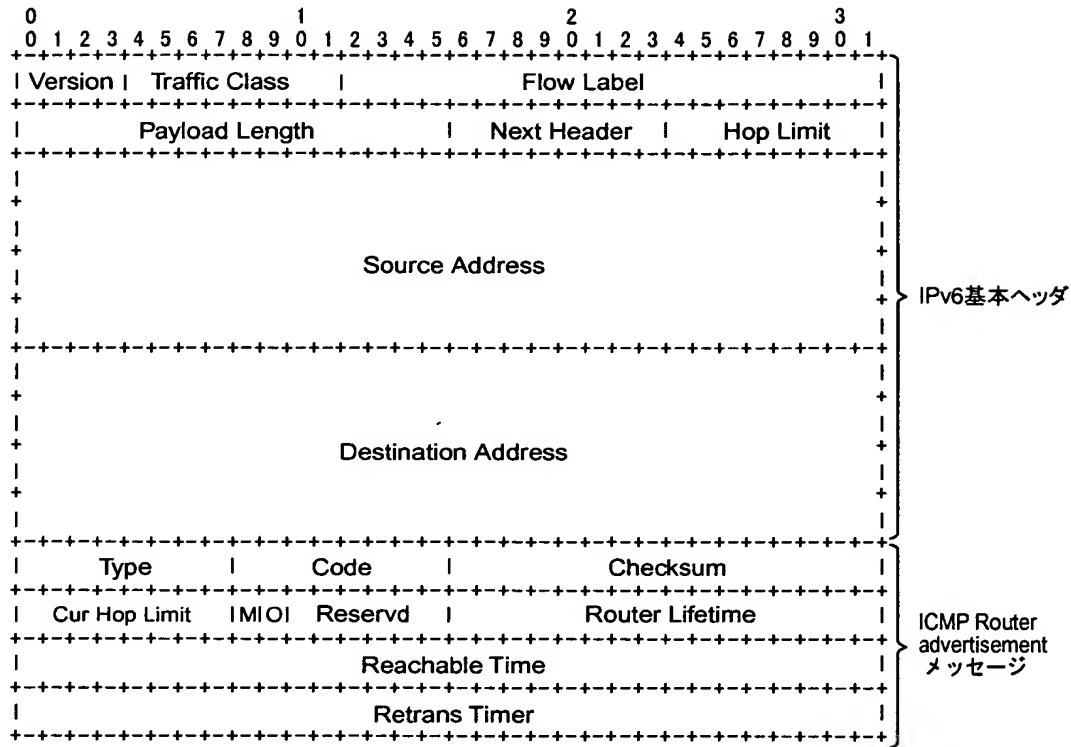
【書類名】 図面

【図 1】

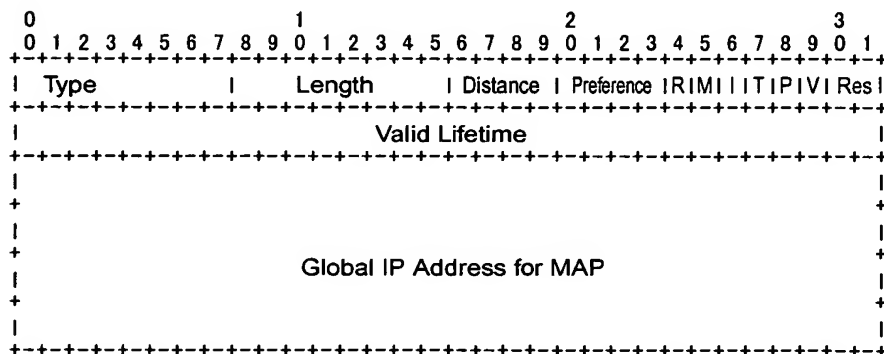


【図 2】

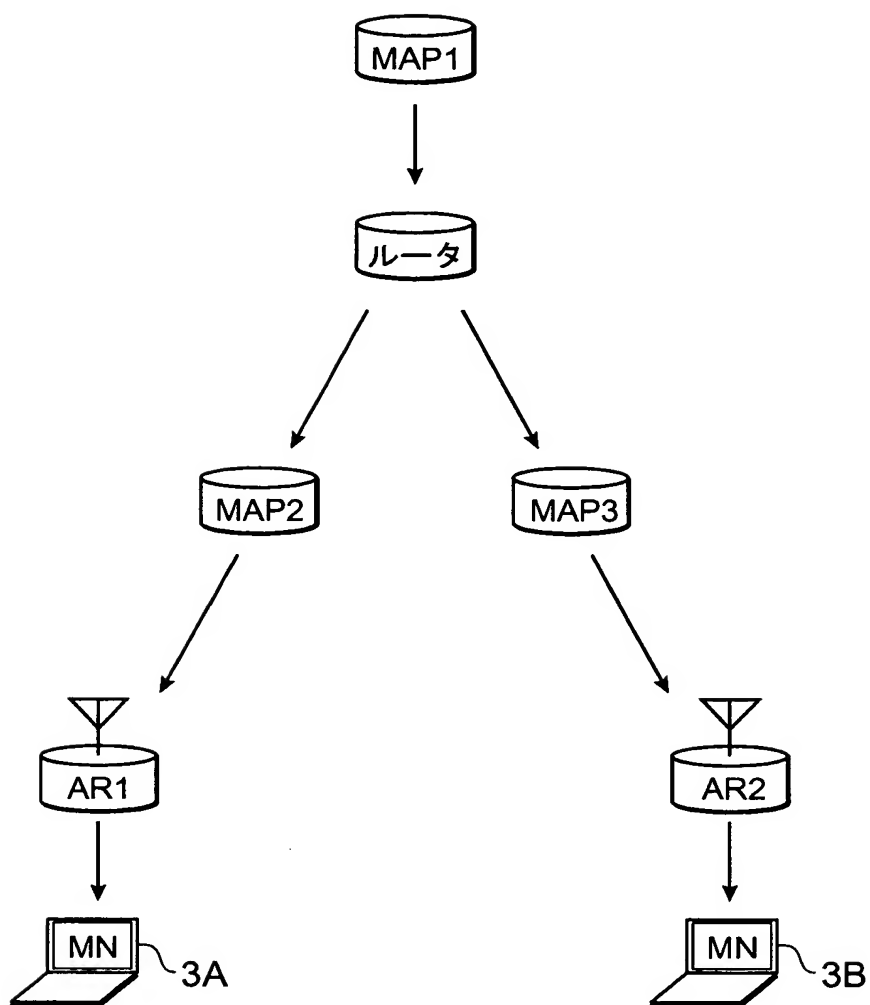
(a)



(b)

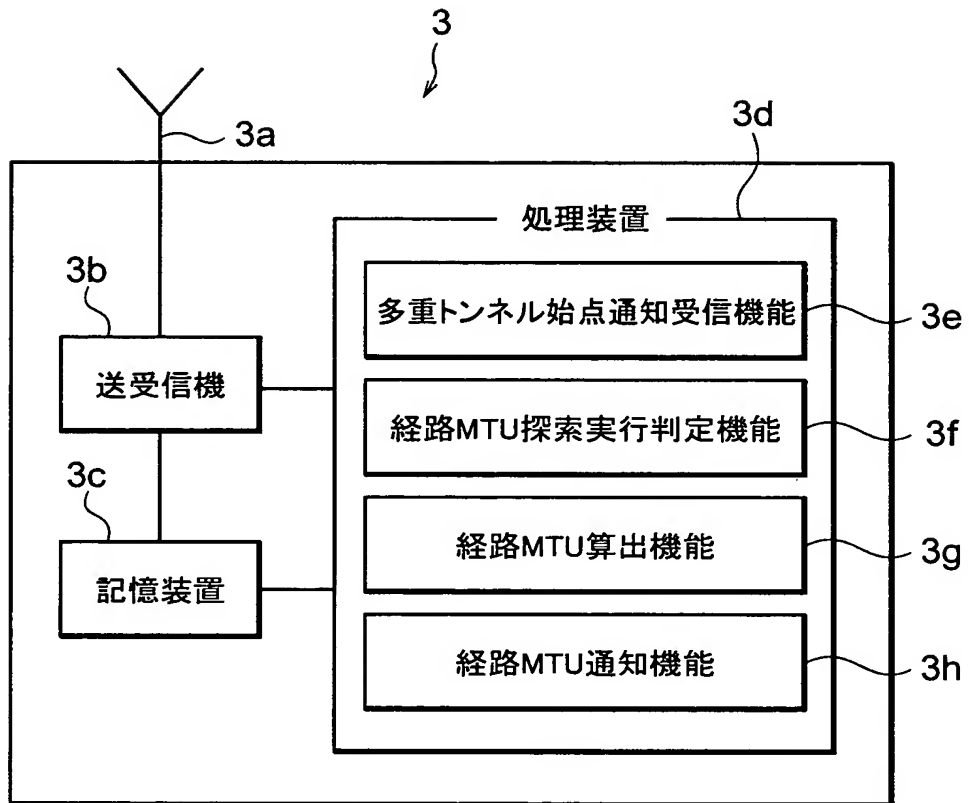


【図 3】

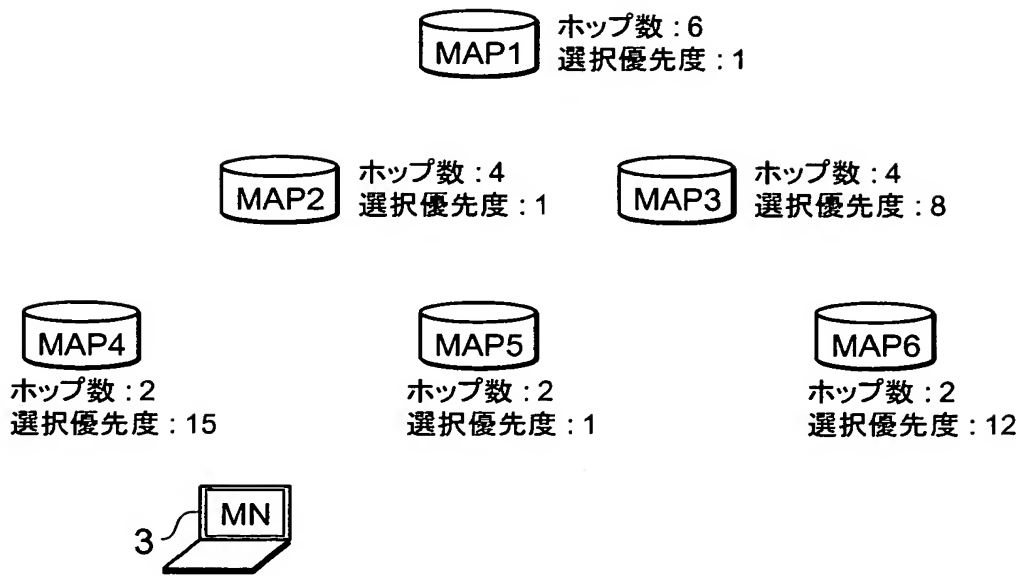




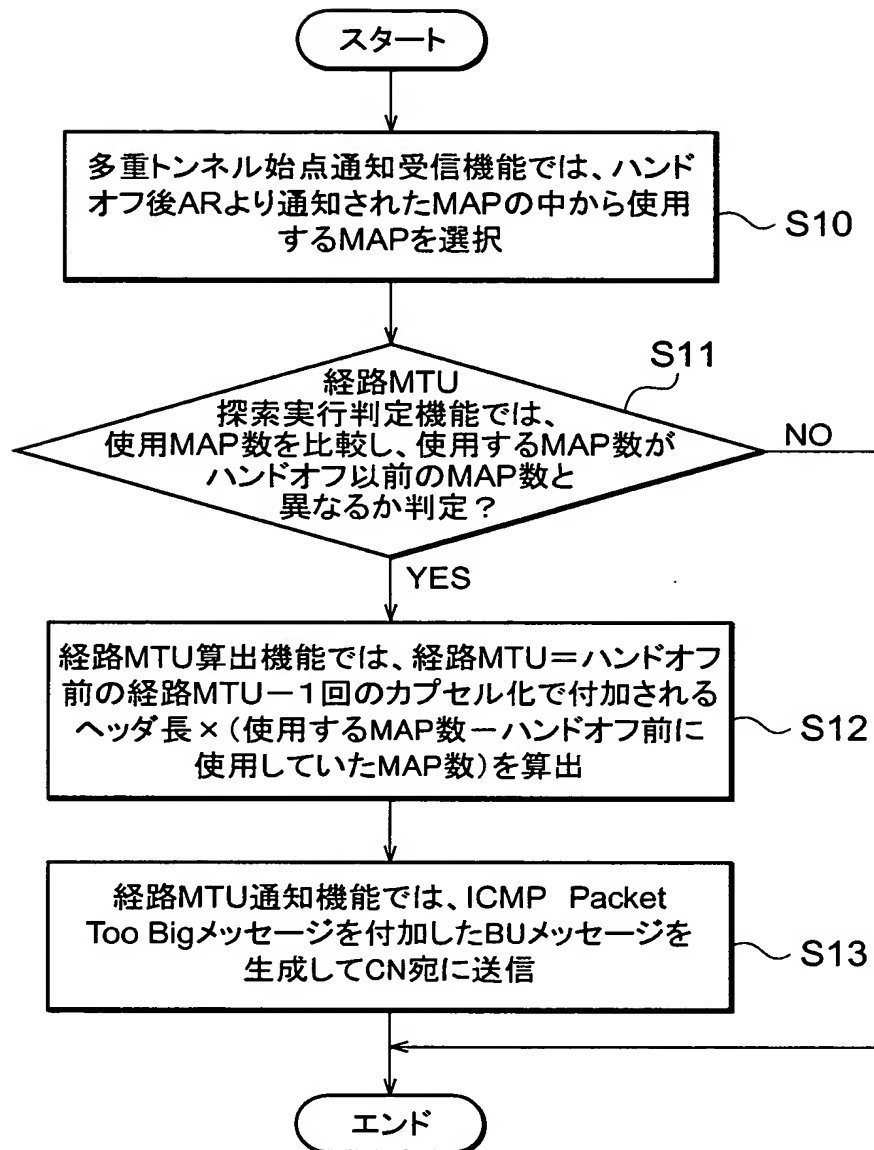
【図 4】



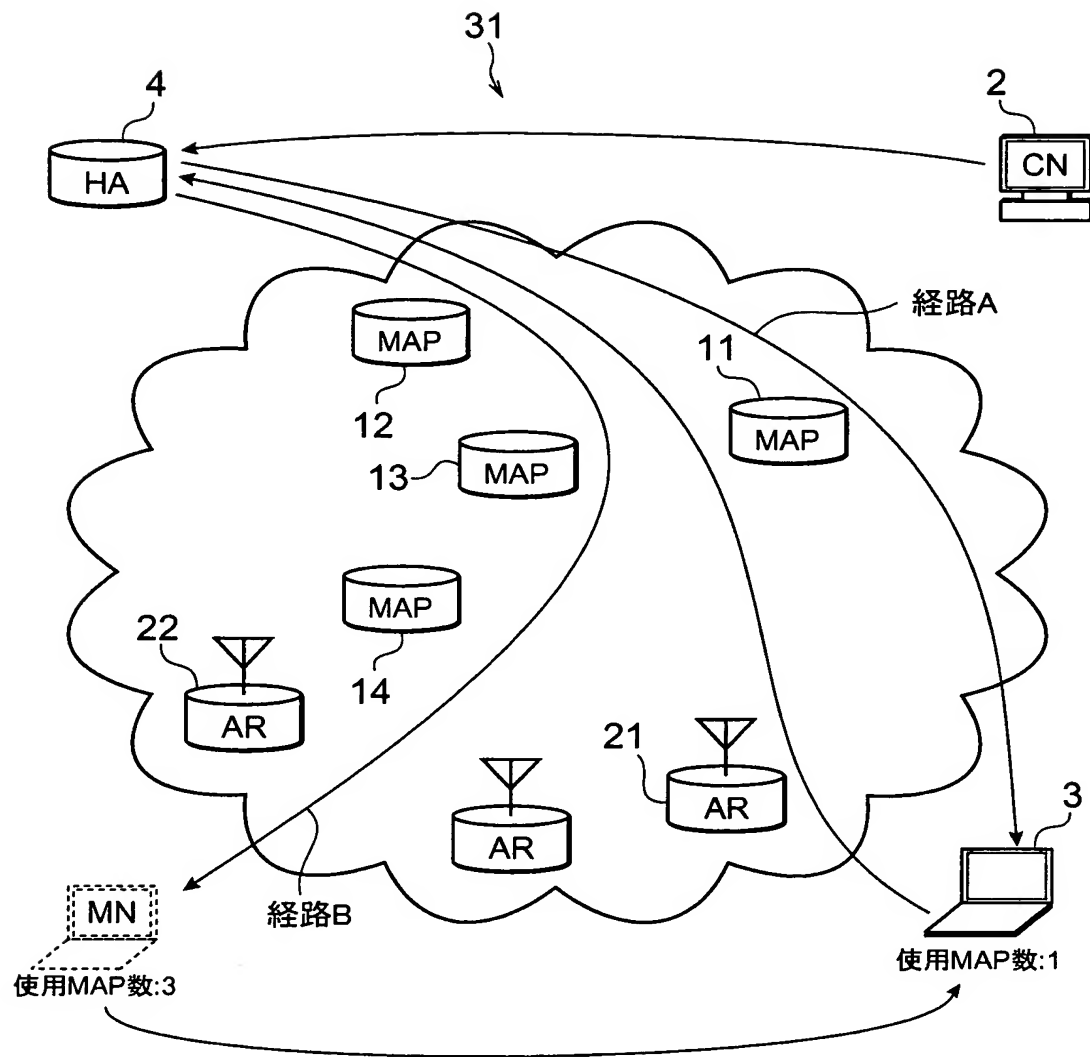
【図 5】



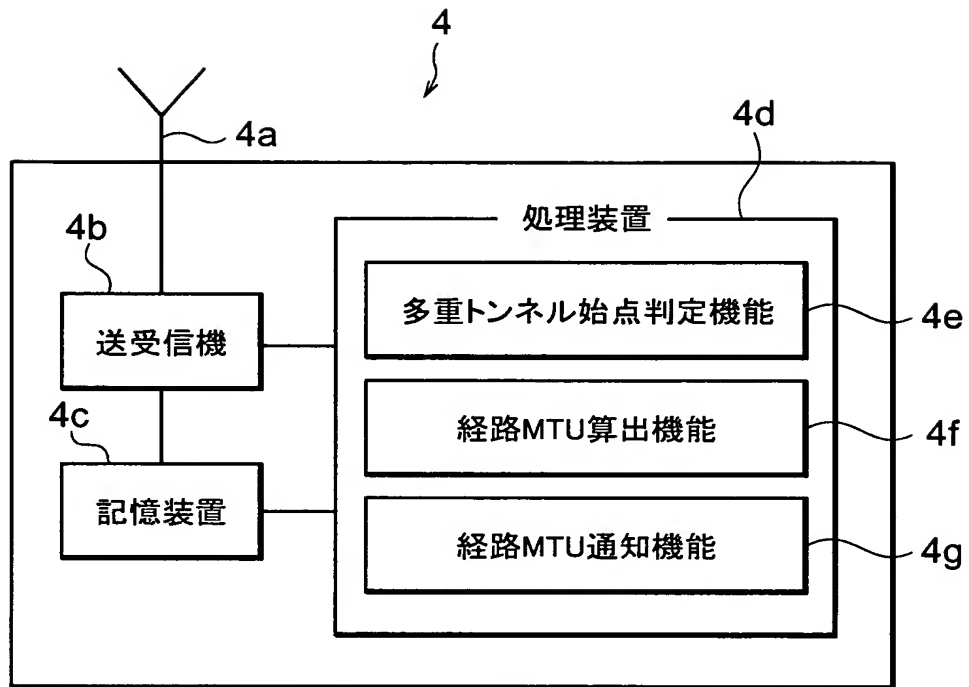
【図 6】



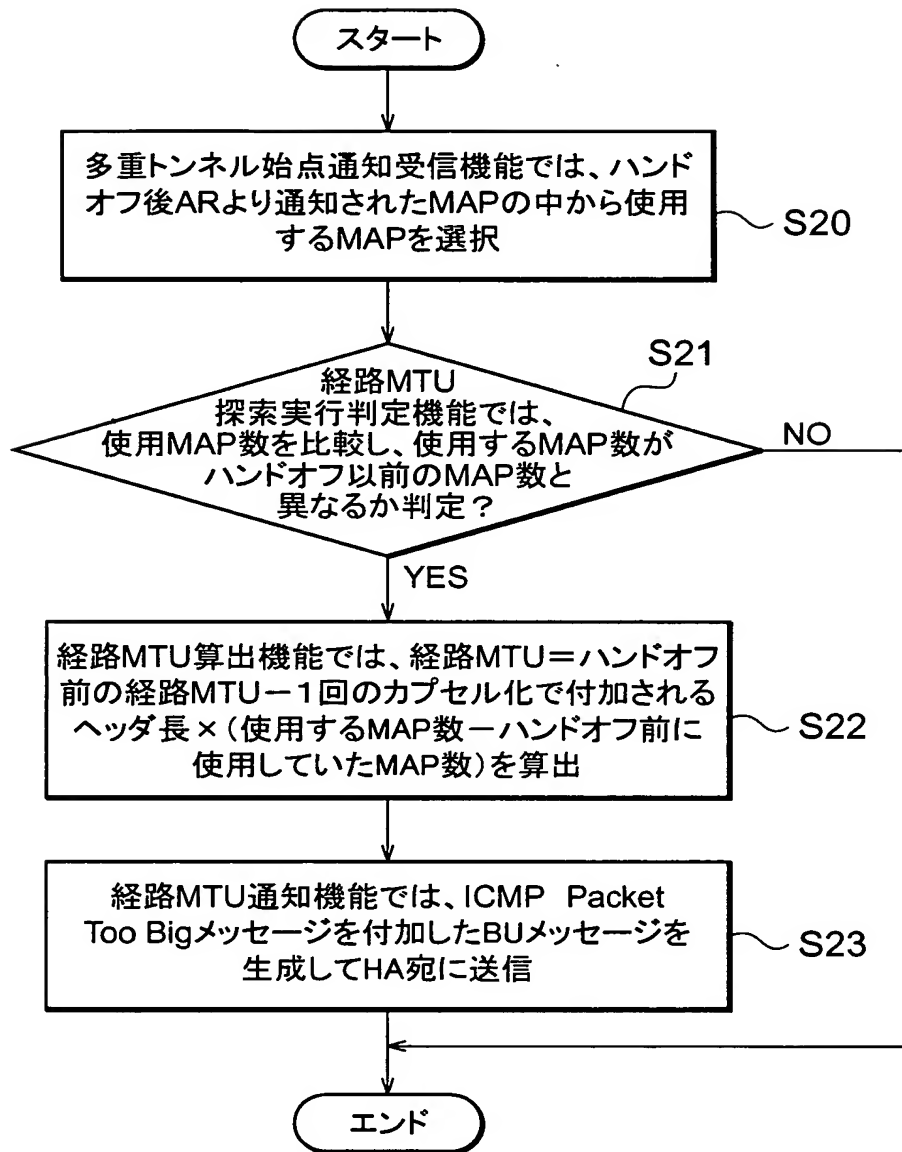
【図 7】



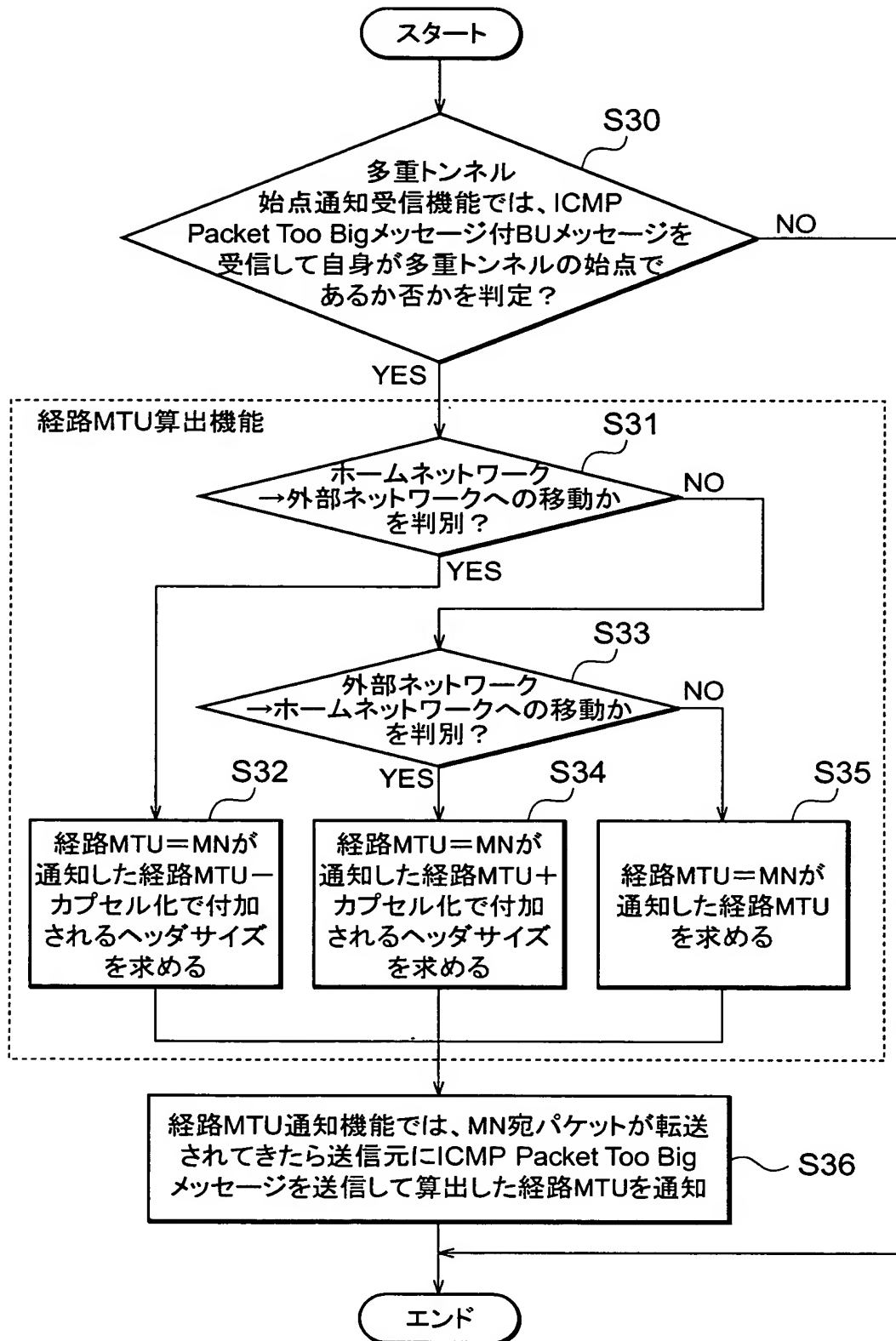
【図 8】



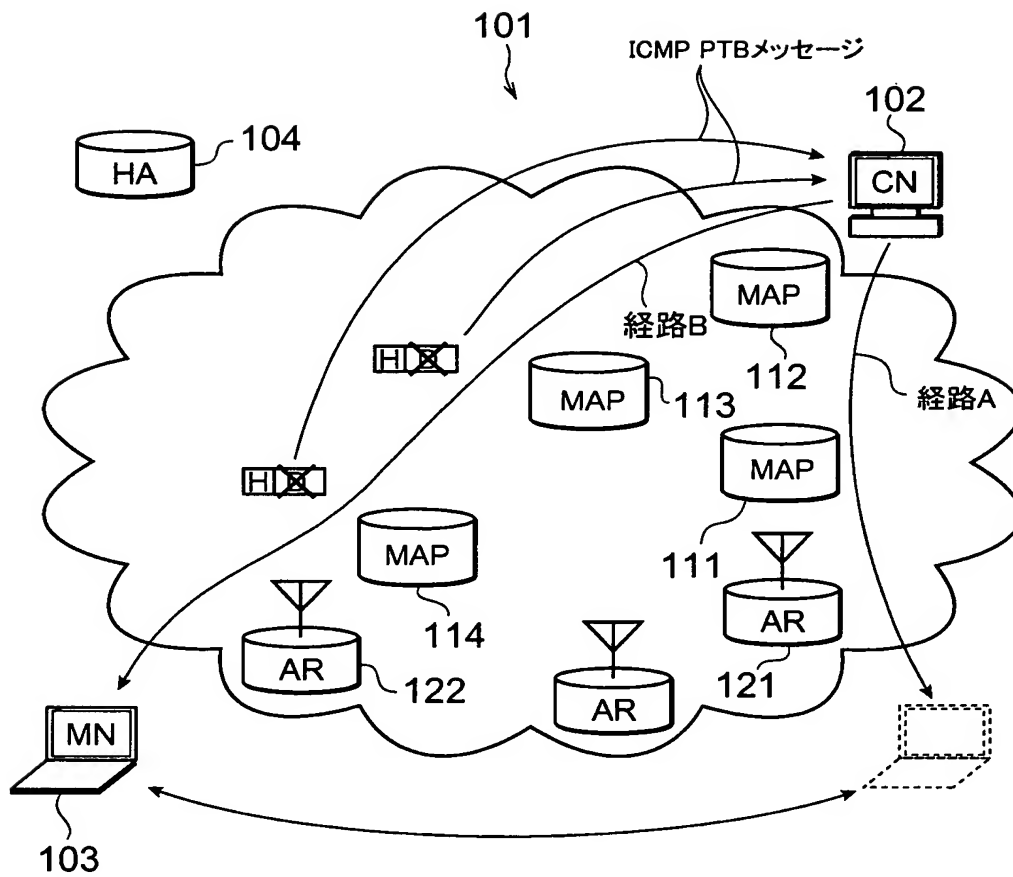
【図 9】



【図 10】



【図 11】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 効率的かつ経路MTUの変化に迅速に対応可能な経路MTU探索を行うことができるパケット通信システムにおけるノード等及び経路MTU探索方法を提供することを課題とする。

【解決手段】 パケット通信システム1において、通信ノード(CN2)が送信するパケットの宛先のノード(MN3)であって、通信ノードから宛先のノードに至る経路B上の多重トンネルの始点(MAP12～14)の情報の通知を受信する多重トンネル始点通知受信手段と、多重トンネルの始点の数に基づいて通信ノードから宛先のノードに至る経路BのMTUの探索を実行するか否かを判定する経路MTU探索実行判定手段と、多重トンネルの始点の数に基づいて経路MTUを算出する経路MTU算出手段と、算出した経路MTUを通知する経路MTU通知手段とを備えることを特徴とする。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [392026693]

1. 変更年月日 2000年 5月19日

[変更理由] 名称変更

住 所 東京都千代田区永田町二丁目11番1号

氏 名 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ